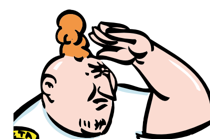
CPU - GPU - CARTE MÈRE - MÉMOIRE - DISQUE DUR - SSD - ALIMENTATION - MONITEUR - BOÎTIER - PÉRIPHÉRIQUE

HARDWARE CANARD PC

N°21
Juillet - Août
2014

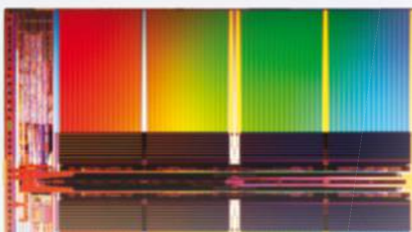


TOUT SAVOIR POUR NE PAS SE FAIRE AVOIR

COMMENT ÇA MARCHE ? p. 68

Mémoire Flash

Voyage au cœur d'un SSD



ENQUÊTE p. 38

Fiabilité

Nos chiffres exclusifs

sur les taux de retour des composants

Pannes, SAV, obsolescence programmée...



INITIATION p. 78

Electronique

Avec Arduino, mettez les mains dans le cambouis !

EN TEST p. 36

AMD AM1

Que valent les CPU à 30 € ?



AVANT-PREMIÈRE
Core i7 4790K
DEVIL'S CANYON

GUIDE D'ACHAT p. 06

Composants PC & périphériques

Tout pour faire le bon choix en fonction de votre budget

DOSSIER p. 58

Choisir son portable

en évitant les pièges du marketing



PREVIEW p. 94

CPC Box

Nos nouveaux prototypes



BEL : 6,40 €



ET AUSSI : **HISTORIQUE : LES CALCULATRICES, ASUS ESSENCE STX II, LOGITECH G502, LG G FLEX, CRUCIAL M550 1 To...**

CANARD PC

HARDWARE

Édito

Pour ce numéro, nous avons effectué une plongée dans le monde du SAV et des problèmes de fiabilité. Le dossier que vous trouverez à partir de la page 38 est l'aboutissement d'un travail de longue haleine ; mettre la main sur ces données que les constructeurs veulent cacher à tout prix n'a pas été une sinécure. L'enquête fut toutefois instructive et a mis en évidence un phénomène que nous avons tendance à sous-estimer. Pour évaluer la longévité d'un produit qui vient tout juste de sortir, nous prenons en compte la qualité des composants internes. C'est une indication souvent valable mais qui peut souffrir d'un biais : les taux de panne montrent très clairement qu'il est possible de "saboter" de bons composants avec un mauvais design. Collez par exemple un condensateur haut de gamme à un radiateur chauffé à 100° par un transistor de puissance et, tout japonais qu'il soit, il ne fera pas long feu (si l'on peut dire). À l'inverse, il arrive aussi que certains fabricants parviennent à tirer la quintessence de composants électroniques bas de gamme en optimisant la conception de leurs produits en conséquence ; il suffit par exemple de les surdimensionner ou de ne pas trop leur en demander. Bref, l'importance du design électronique est parfois tout aussi capitale que la qualité des composants. C'est un point que nous étudierons à l'avenir de manière plus approfondie...

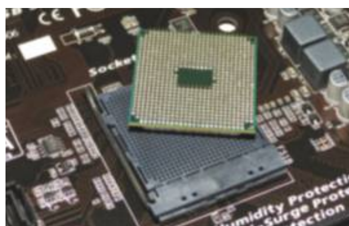
Fiabilité des composants p. 38

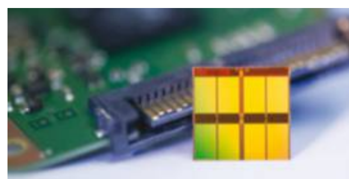
Pannes, SAV, taux de retour et obsolescence programmée : tous les chiffres que les fabricants aimeraient cacher !



Plateforme AM1 p. 36

Nouveaux Sempron et Athlon : plus proches de l'Atom ou du Pentium ?



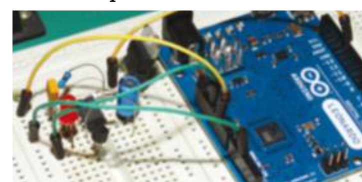


Mémoire flash p. 68

NOR, NAND, SLC, MLC, TRIM,... Tout savoir sur son fonctionnement

Initiation à l'électronique p. 78

Premiers pas avec Arduino



La CPC Box p. 94

La mini-console de jeu made in *Canard PC* qui fait le maximum





Choisir son portable

Tous nos conseils pour déjouer la com' des fabricants. 22 CPU et 17 GPU Mobile comparés. p. 58

Sommaire

Nos trois Configs polyvalentes

Fiabilité, performances, prix

L'objectif des Configs de Canard reste inchangé : vous faire profiter de notre expertise sur les multiples composants que nous testons à longueur d'année en vous proposant trois PC "tout faits" au rapport performances/prix imbattable. Quel que soit votre budget, vous aurez l'assurance d'une sélection soignée de composants, issue de méthodologies sadiques et de nos procédures de test les plus cruelles. Bien que polyvalentes, les Configs de Canard sont d'abord des machines de joueurs et nous avons privilégié les performances graphiques maximales dans les différentes gammes de prix.

Afin de vous faire profiter en pratique de nos conseils, celles-ci sont proposées à la vente chez notre partenaire *Materiel.net*, montées et testées par leurs soins. La démarche n'a rien de lucratif : nous ne touchons pas un centime de commission sur la vente des Configs de Canard, ce qui nous permet de conserver une indépendance totale vis-à-vis des composants. Nous attirons également votre attention sur le fait que nos choix ne sont pas dictés uniquement par les performances brutes ou le prix. Les taux de retour SAV constatés jouent aussi un rôle important. De même, nous ne nous contentons pas de sélectionner un bon couple CPU/GPU pour ensuite choisir de l'ultra-low cost pour tous les autres composants (boîtier, mémoire, carte mère, alimentation, etc.) : les Configs de Canard sont conçues avec la même exigence de qualité pour TOUS les composants.

Ducky XXI — 550 € environ

ENTRÉE DE GAMME

Pour cette 21e édition, nous avons revu la Ducky en profondeur. Le Pentium G3420 laisse désormais sa place au nouveau G3258 "édition anniversaire" proposé au même prix. Ce dernier est quasiment identique – il s'agit toujours d'un Dual-Core à 3.2 GHz – mais il est débloqué pour l'overclocking. Il prend place sur une MSI B85M-G43 et se voit accompagné de 8 Go de DDR3. La carte graphique ne change pas : la Radeon R7 260X demeure l'idéal dans l'entrée de gamme. Côté stockage en revanche, nous franchissons enfin le pas : la Ducky est désormais dotée d'un SSD de 120 Go ! Ce modèle Kingston est évidemment accompagné d'un disque dur 7200 tr/min de 1 To pour les données. Tous ces composants sont alimentés par une Aurum S 400W de FSP qui vient remplacer l'ancienne Seasonic G-360. Le boîtier en revanche ne change pas : un Cooler Master N200 qui se distingue par sa compacité.

Processeur	Intel Pentium G3258	68 €
Ventirad	Stock	0 €
Carte mère	MSI B85M-G43	67 €
RAM	2x Crucial DDR3 4 Go PC12800	80 €
Carte graphique	Radeon R7 260X	120 €
Carte son	Intégrée à la carte mère	0 €
SSD	Kingston SSDNow V300 - 120 Go	60 €
Disque Dur	Barracuda SATA 6 Gb/s - 1 To	50 €
Graveur DVD	Sony Optiarc AD-5280S	20 €
Alimentation	FSP Aurum S 400W	58 €
Boîtier	Cooler Master N200	36 €



CanHard XXI — 1 000 € environ

MILIEU DE GAMME

Le renouvellement de la gamme "Haswell" d'Intel a provoqué l'arrêt d'un grand nombre de processeurs. C'est le cas du Core i5 4570 (Quad-Core à 3.2/3.6 GHz) que nous vous proposions précédemment. Pour un tarif identique, on trouve désormais le 4590 (+100 MHz) qui vient donc logiquement le remplacer. Les chipsets H87 étant eux aussi en fin de vie, c'est désormais une carte mère Asus H97M-E qui accompagne le processeur et les 8 Go de mémoire. Côté carte graphique, nous conservons l'excellente GeForce GTX 770 qui se distingue par ses performances et son faible niveau de bruit. Inutile de se poser de question avec une telle carte : poussez tout à fond ! Vos applications prendront place sur un SSD de 256 Go et vos données sur un disque dur de 2 To. À noter que les marques et modèles peuvent varier en fonction des taux de retour SAV. L'alimentation est une HCG 520 d'Antec (non modulaire) et le boîtier reste la "signature" de la CanHard : un Fractal Design R4 sobre et silencieux.

Processeur	Core i5 4590	179 €
Ventirad	Stock	0 €
Carte mère	Asus H97M-E	80 €
RAM	2x Crucial DDR3 4 Go PC12800	80 €
Carte graphique	GeForce GTX 770 OC	275 €
Carte son	Intégrée à la carte mère	0 €
Disque Dur	Barracuda SATA 6 Gb/s - 2 To	77 €
SSD	Crucial M500 - 256 Go	110 €
Graveur DVD	Sony Optiarc AD-5280S	20 €
Alimentation	Antec HCG 520	65 €
Boîtier	Fractal Design R4	90 €



Duck Nukem XXI — 2 000 € environ

HAUT DE GAMME

Pour la Duck Nukem 21, nous ne pouvions passer à côté des nouveaux Core i7 4790K "Devil's Canyon". Non seulement leur fréquence de base est beaucoup plus élevée que les précédents 4770K (+500 MHz, soit 4/4.4 GHz) mais ils sont aussi particulièrement optimisés pour l'overclocking. Pour vous permettre d'en exploiter tout le potentiel sans jeter l'argent par les fenêtres, nous avons choisi une carte mère Asus Z97-A qui intègre toute la connectique indispensable ainsi qu'un ventirad Noctua NH-U12S, 16 Go de RAM, un SSD Samsung Evo 840 de 500 Go et un disque dur de 3 To. La carte graphique est basée sur une GeForce GTX 780 Ti de Nvidia, le GPU le plus performant et polyvalent aujourd'hui ; il est plus rapide que le Radeon R9 290X et chauffe nettement moins. L'alimentation est un modèle 80+ Platinum de 660 W fabriqué par Seasonic dont nous continuons à suivre la fiabilité. Le tout prend place dans un boîtier Silencio 652D de Cooler Master.

Processeur	Core i7 4790K	330 €
Ventirad	Noctua NH-U12S	63 €
Carte mère	Asus Z97-A	120 €
RAM	G.Skill Kit 2 x 8 Go PC12800 Aegis CAS11	150 €
Carte graphique	GeForce GTX 780 Ti	650 €
Carte son	Intégrée à la carte mère	0 €
Disque Dur	Barracuda SATA 6 Gb/s - 3 To	100 €
SSD	Samsung 840 EVO - 500 Go	200 €
Graveur DVD	Sony Optiarc AD-5280S	20 €
Alimentation	Seasonic Platinum - 660W	155 €
Boîtier	Cooler Master Silencio 652 - Noir	100 €





…et nos trois Kits d'upgrade !

Pour transformer son vieux tromblon en étalon

Sur le même principe que nos Configs de Canard et suite à de nombreuses demandes allant dans ce sens, voici trois Kits d'upgrade composés d'un processeur, d'une carte mère adaptée et de barrettes mémoire de qualité. Ces kits sont destinés aux joueurs qui souhaitent redonner une seconde jeunesse à un vieux PC et qui n'ont pas peur de mettre les mains dans le cambouis. Les composants sont choisis pour leurs prix bas, mais permettent dans tous les cas de jouer dans de bonnes conditions sans brider une carte graphique située dans la même gamme de prix. Et non, ici aussi nous ne touchons pas de commissions sur les ventes. Sommes-nous altruistes, tout de même…

Si y en a plus, y en a encore

Les composants précis que nous recommandons ne sont pas à l'abri d'une mise à la retraite précoce par leurs fabricants, d'une annonce sournoise et imprévue d'un nouveau modèle plus performant, d'une explosion du prix de vente, ou tout simplement d'une pénurie chez les grossistes français. Pour toutes ces raisons, il est possible que les Configurations et Kits de Canard qui seront disponibles en vente chez *Materiel.Net* au moment où vous lirez ces lignes ne soient pas exactement les mêmes que ceux décrits dans ces pages. Dans tous les cas, sachez que nous aurons sélectionné nous-mêmes le ou les composants de remplacement selon les mêmes critères que les précédents. *Materiel.Net* n'effectue aucune modification sur nos Configs ou Kits sans notre accord préalable. Pour toute suggestion les concernant, n'hésitez pas à contacter *configs@canardpc.com*

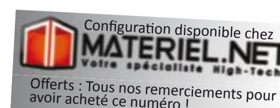
Kit Kat

ENTRÉE DE GAMME

140 € environ

Processeur	Intel Pentium G3240	55 €
Ventirad	Stock	0 €
Carte mère	MSI H81M-P33	37 €
RAM	2x Kingston Value DDR3 2 Go PC10600	45 €

L'objectif du Kit Kat – le moins cher de nos Kits d'upgrade – est d'offrir une bonne base au prix le plus bas possible. Le processeur est un Pentium "Haswell" G3240, Dual-Core, qui gagne 100 MHz face à la version précédente (G3220). Il s'agit toujours d'un Dual-Core similaire aux Core i3. Pour l'accompagner, nous avons choisi 4 Go de DDR3 et une carte mère MSI H81M-P33. Attention : elle ne dispose que de 2 slots de RAM. Reste à lui adjoindre une Radeon R7 260/265 ou une GeForce GTX 750/Ti pour une upgrade idéale !



Kit Chenette XIX

MILIEU DE GAMME

250 € environ

Processeur	Intel Core i3 4150	113 €
Ventirad	Stock	0 €
Carte mère	Gigabyte GA-B85M-D3H	75 €
RAM	2x G.Skill Value DDR3 4 Go PC12800 NT	80 €

Le Kit Chenette gagne également 100 MHz à la faveur du "refresh" de la gamme Haswell d'Intel. Le Core i3 4130 devient le 4150 (Dual-Core + HT) et passe de 3.4 à 3.5 GHz. Côté carte mère, les B85 sont toujours d'actualité puisqu'il n'existe pas pour l'heure de "B95". Nous choisissons une carte mère GA-B85M-D3H de Gigabyte qui dispose du minimum syndical – et même plus – et de 4 slots mémoire. Ce kit ne serait pas complet sans 8 Go de DDR3 "Value". Il ne lui manque plus qu'une GTX 760 !



Kit Artine XIX

HAUT DE GAMME

375 € environ

Processeur	Intel Core i5 4690K	225 €
Ventirad	Stock	0 €
Carte mère	MSI Z97 PC Mate	83 €
RAM	2x Crucial Ballistix DDR3 4 Go PC12800	80 €

Le Kit Artine a toujours été plus ou moins dédié à l'overclocking. Nous ne pouvions donc manquer le nouveau Core i5 4690K, version amputée de l'Hyper-Threading du Core i7 4790K "*Devil's Canyon*". Celui-ci ne gagne que 100 MHz par rapport au 4670K précédent, mais reste quasiment au même prix. Le Kit comprend également une carte mère MSI Z97 PC Mate et 2x 4 Go de DDR3. Nous avons décidé de vous laisser le choix du ventirad en fonction de votre intérêt pour l'overclocking. Un 212 Evo est tout indiqué pour laisser le CPU s'exprimer…





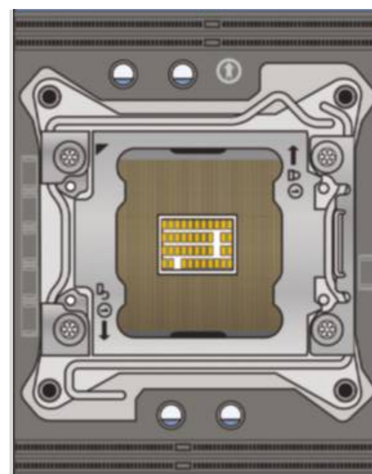
Processeur

0101010001110010011000010110111001110011011011010110010101110100011000010100001101010000001010101

Intel vient de "rafraîchir" sa gamme Haswell et AMD a annoncé sa plateforme ultra-économique AM1 en juin dernier. Selon toute vraisemblance, il ne devrait pas y avoir de nouveautés importantes dans le monde du CPU avant 2015. L'offre actuelle est cohérente, avec un bon rapport performances/prix. Pour ne rien gâcher, la durée de vie d'un CPU haut de gamme acheté aujourd'hui est d'au moins cinq ans.

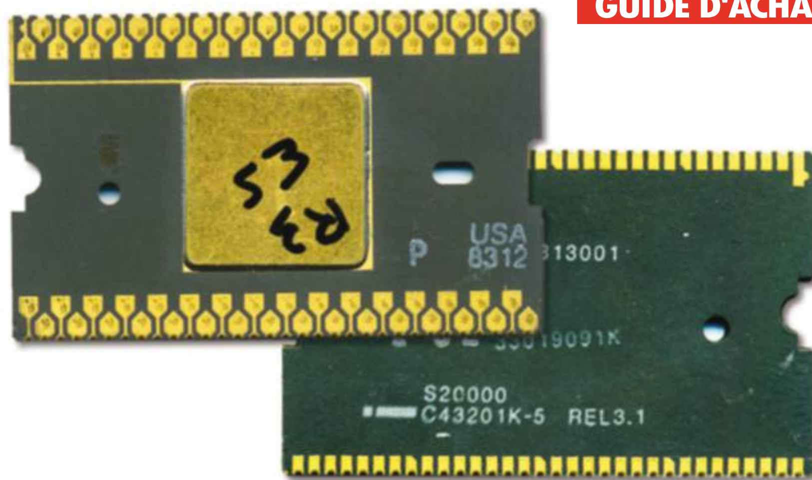
Tous les processeurs actuels disposent de la puissance suffisante pour la plupart des applications courantes, jeux vidéo inclus. Tous ? En fait non : certains modèles conçus pour l'ultra-mobilité souffrent de performances dignes d'un Pentium 4 vieux de dix ans. Le problème, c'est qu'on les retrouve parfois aussi dans les machines de bureau d'entrée de gamme ou dans les mini-PC. Et s'ils étaient simples à repérer auparavant, ce n'est plus le cas aujourd'hui. On ne parle plus simplement d'Atom, mais aussi de Celeron et de Pentium "J" ou "N" qu'il ne faut surtout pas confondre avec leurs équivalents "G" basés, eux, sur l'architecture des Core ix bien plus puissante. Chez AMD, ce sont les processeurs AM1 (Sempron et Athlon) qu'il convient d'éviter si vous comptez assembler une machine plus rapide qu'un iPad. Pour le reste, tout est question de budget. Deux puces de la même famille se comparent en fonction de leur nombre de cœurs et de leur fréquence. Prenez en considération la fréquence de base, mais aussi celle en mode "Turbo", utilisée lorsque tous les cœurs ne sont pas chargés à 100 %. La taille de la mémoire cache et les options (Hyper-Threading, etc.) entrent également en ligne de compte, mais dans une bien moindre mesure. Tous les processeurs modernes disposent d'un cœur graphique intégré (IGP) qui vous permet de faire l'impasse sur la carte graphique si la machine n'est pas destinée au jeu (ou du moins aux plus récents). Les APU A8/A10 d'AMD s'en sortent mieux sur ce point que leurs homologues d'Intel, mais n'en attendez pas des miracles.

Aujourd'hui, un Quad-Core n'est pas encore indispensable et il est parfaitement possible de jouer avec un Dual-Core. N'oubliez pas que quand il s'agit de jeu vidéo, c'est la carte graphique qui influe pour au moins 80 % sur la fluidité. De même, à moins de travailler avec des applications très lourdes (modélisation 3D, traitement vidéo, calcul scientifique…), vous n'utiliserez que très rarement plus de 4 cœurs. Les 8 cœurs virtuels des Core i7 d'Intel ou des FX d'AMD ne seront donc presque jamais exploités à leur plein potentiel. Même chose avec les 6 "vrais" cœurs – 12 virtuels ! – des Core i7 4900. Un mot sur l'overclocking enfin. Malgré l'annonce récente des puces optimisées *Devil's Canyon* d'Intel (voir page 31), seul le Pentium G3258 peut avoir un réel intérêt en pratique. En effet, moins le processeur est rapide de base, plus l'overclocking offre un gain conséquent. Malheureusement, à cette exception temporaire près, voilà bien longtemps qu'Intel empêche tout overclocking sur ses puces d'entrée ou de milieu de gamme.



Haswell-E en approche

Intel devrait annoncer dans les semaines qui viennent le renouvellement de sa plateforme très haut de gamme LGA2011. Les nouvelles puces seront basées sur l'architecture Haswell et embarqueront de 6 à 8 cœurs (avec Hyper-Threading) ainsi que 15 ou 20 Mo de cache L3 ! Toutes fonctionneront avec de la DDR4-2133 et exigeront évidemment une nouvelle carte mère basée sur le chipset X99. Au menu, on trouvera le Core i7 5820K (6 cœurs à 3.3 GHz), le Core i7 5930K (6 cœurs à 3.5 GHz) et le monstrueux "Extreme Edition", le Core i7 5960X (8 cœurs à 3 GHz). Le TDP de ces 3 puces sera de 140 W et un ventirad très conséquent s'imposera. Évidemment, les prix seront stratosphériques ; on peut compter sur 1 000 € pour la version Extreme sans trop prendre de risques.



Nos Choix

Notre sélection de processeurs est basée sur les résultats des tests, mais également sur le rapport performances/prix des différents modèles dans le cadre d'une utilisation principalement ludique. Notre sélection est divisée en trois catégories incluant au moins un modèle de chaque constructeur (ou pas).



ENTRÉE DE GAMME 60 €

Pentium G3458

Le renouvellement de la gamme Haswell par Intel a conduit à l'arrêt du Pentium G3420 que nous vous recommandions précédemment. Coup de chance : sous prétexte de fêter les vingt ans de la marque Pentium – qui date en fait de mars 1993 –, Intel propose le Pentium G3258 à un tarif équivalent. Les deux puces sont strictement identiques à un détail près : le Pentium G3258 "Anniversaire" est débloqué pour l'overclocking, une particularité qu'Intel n'avait plus permise sur un modèle d'entrée de gamme depuis très longtemps. Il s'agit d'un Dual-Core cadencé à 3.2 GHz qui fonctionne sur une carte mère LGA1150 classique et qui chauffe très peu. Ses performances s'avéreront suffisantes pour ne pas brider une carte graphique de milieu voire de haut de gamme. Quant à l'overclocking, pour peu que vous le dotiez d'un ventirad correct… pourquoi pas ?

ALTERNATIVE

AMD Athlon X4 750K

L'Athlon X4 750K est un processeur FM2 de la génération Trinity (2012). Il s'agit en fait d'un APU d'ancienne génération dont le cœur graphique a été désactivé. Malgré tout, aux alentours de 60 €, il représente un bon choix avec ses deux cœurs (quatre virtuels) à 3.4 GHz et Turbo à 4 GHz. Pensez tout de même à le doter d'un bon ventirad…



MILIEU DE GAMME 170 €

Intel Core i5 4590

Les modifications effectuées fin mai par Intel pour remettre sa gamme au goût du jour a également touché le Core i5 4570 que vous aviez sélectionné dans le dernier numéro. Son remplaçant naturel est le Core i5 4590 qui prend donc sa place. Pour le même prix, on gagne 100 MHz en fréquence de base (3.3 GHz contre 3.2 GHz) et en fréquence Turbo (3.7 GHz contre 3.6 GHz). À part ça, rien ne change : le Core i5 4590 reste un modèle Quad-Core dépourvu d'Hyper-Threading et doté de 6 Mo de cache L3. Contrairement au Core i5 4690K *Devil's Canyon* qui coûte nettement plus cher, il n'est pas possible de l'overclocker largement mais vu ses excellentes performances de base, on ne s'en plaindra pas particulièrement. Sa dissipation thermique est aussi très raisonnable. Toutes les cartes graphiques – même les plus haut de gamme – fonctionneront sans accroc avec un tel CPU.

ALTERNATIVE

AMD FX-8350

Toujours rien de nouveau chez AMD, dont les roadmaps montrent désormais qu'il ne faut plus attendre de nouveau "FX" haut de gamme avant 2015. En attendant, le FX-8350 (un Quad-Core à 4/4.2 GHz avec CMT) demeure correct bien qu'il soit largué par le Core i5 4590 dans les jeux et qu'il chauffe presque deux fois plus !



HAUT DE GAMME 300 €

Intel Core i7 4790K

Si les 100 MHz régulièrement gagnés à la faveur de renouvellements de gamme ou de baisses de prix ne suscitent pas vraiment chez nous un enthousiasme débordant, l'arrivée du Core i7 4790K mérite qu'on s'y attarde. Tout d'abord, il est basé sur une puce *Devil's Canyon* optimisée pour l'overclocking ; il devient possible d'approcher les 5 GHz relativement facilement et sans passer par un refroidissement extrême. Mais surtout, par rapport au Core i7 4770K qu'il remplace au même prix, ce processeur offre un gain très conséquent de 500 MHz ! De 3.5/3.9 GHz, on passe désormais à 4.0/4.4 GHz, soit un boost de 15 %. Évidemment, on conserve les quatre cœurs avec Hyper-Threading et les 8 Mo de mémoire cache. C'est un fait : le Core i7 4790K ne sera pas obsolète avant des années.

ALTERNATIVE

Core i7 5820K?

En attendant l'arrivée imminente des processeurs Haswell-E, impossible de vous recommander l'un des anciens Core i7 4900 et encore moins les FX-9000 d'AMD. En fonction du prix de la plateforme X99 (et en particulier de la DDR4 au lancement), le futur Core i7 5820K (six cœurs !) pourrait être un bon choix.

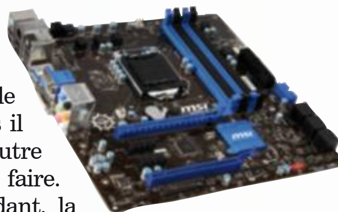
Carte Mère

Alerte ! Alerte ! Les chipsets de la série "9" chez Intel sont sortis et ils apportent leur lot de nouveautés indispensables ! Lesquelles ? Eh bien, il y a… attendez… on trouve... euh… par exemple… bon d'accord : rien du tout. Mais il faut tout de même changer les cartes mères car *ceci est une révolution*. Ou alors Intel nous prend pour des jambons… Oui, ça doit être ça en fait.

Il y a belle lurette que le "chipset" n'en est plus un. Depuis que les processeurs se sont mis à intégrer petit à petit la plupart des contrôleurs (mémoire, PCI Express…), on ne trouve plus sur les cartes mères qu'un vulgaire gestionnaire SATA/USB externe. C'est lui qu'Intel appelle pompeusement "chipset". Voilà des lustres qu'il n'est plus responsable du support de telle ou telle famille de CPU, mais peu importe : le marketing l'utilise désormais comme prétexte pour justifier un changement de carte mère. La tactile tourne désormais à la farce puisqu'il n'existe aucune différence concrète entre le Z87 et le Z97. On trouve certes un support "obligatoire" du M.2 (un nouveau format de SSD compact) sur les modèles Z97, mais le "chipset" n'y est pas pour grand-chose. Heureusement, Asus, MSI, Gigabyte et consorts ont eu le bon goût de ne pas trop surfacturer ces "nouvelles" cartes. Bref, le choix d'une carte mère est assez simple : LGA1150 chez Intel, FM2+ (Ax) ou AM3+ (FX) chez AMD. Évitez le socket LGA2011 qui va être remplacé en septembre par une nouvelle déclinaison. Côté "chipsets" donc, pour peu que l'overclocking ne vous intéresse pas, choisissez le moins cher !

ENTRÉE DE GAMME — 65 €

MSI B85M-G43



Si les chipsets H87 et Z87 ont été renommés en H97 et Z97, le B85 reste d'actualité. Vous remarquerez que nous avons remplacé l'Asus B85M-G par une carte MSI similaire. La raison ? Un problème chez les grossistes français a entraîné la réapparition d'anciens lots de cartes dotées d'un vieux BIOS. Or, celui-ci ne supporte pas le G3258 que nous recommandons ; un flash règle le problème, mais il faut alors un autre CPU pour le faire. Bref, en attendant, la B85M-G43 de MSI est parfaite. Il s'agit d'un modèle µATX doté de quatre slots mémoire, de deux PCIe 16x (dont 1 en 4x) et de quatre ports USB 3.0.

ALTERNATIVE

Gigabyte F2A88XM-D3H

Dans l'entrée de gamme, la plateforme FM2+ d'AMD est la plus indiquée. La GA-F2A88XM-D3H de Gigabyte est un bon choix en µATX. Elle est basée sur le chipset A88X et dispose de toute la connectivité attendue. Pour ne rien gâcher, sa fiabilité est vraiment excellente.

MILIEU DE GAMME — 80 €

ASUS H97M-E



"Rafraîchissement" de la gamme de chipsets oblige, l'Asus H87M-E laisse désormais sa place à la H97M-E, qui a le bon goût de ne pas être plus chère. Vu les améliorations lilliputiennes proposées, il n'y avait pas de quoi en demander plus. Pour ne pas faire trop de mauvais esprit, notez tout de même que vous aurez à votre disposition un slot M.2 pour un SSD compatible. L'intérêt est quasi nul, mais soit. Zut ! On avait dit pas de mauvais esprit… Pour le reste, rien de nouveau : un port PCI Express 16x 3.0, six ports USB 3.0 et quatre SATA 3.0. Vous ne trouverez en revanche pas de support du SLI, du CrossFire ou de l'overclocking extrême, mais qui s'en soucie ?

ALTERNATIVE

Gigabyte GA-990XA-UD3

Aux alentours de 90 €, la GA-990XA-UD3 de Gigabyte reste une valeur sûre pour accompagner un processeur AM3+ d'AMD (FX). Elle dispose du nécessaire et du superflu, en particulier trois ports PCIe 16x (16x/4x/8x) compatibles SLI. On y trouve même un contrôleur Etron EJ168 ; c'est dire si c'est bien…

HAUT DE GAMME — 130 €

ASUS Z97-A



Jusqu'à présent, nous considérions qu'il était inutile de dépenser plus de 150 € dans une carte mère. Désormais, nous abaissons encore cette somme de 20 € puisqu'il est parfaitement possible d'équiper une machine très haut de gamme avec une carte mère à 130 € ; l'Asus Z97-A en est l'illustration parfaite. Certes, elle ne dispose pas de néon intégré ou d'un logo embossé en nitrure d'époxy, mais intègre tout de même tout l'indispensable, support du SLI, du M.2 et du SATA Express inclus. On y trouve aussi trois ports PCI Express 16x, deux ports PCIe 1x, six ports USB 3.0 (2 internes et 4 externes) et elle est parée pour l'overclocking. Dépenser plus reviendrait à dilapider votre argent.

ALTERNATIVE

Carte mère X99 ?

Impossible désormais de vous conseiller une carte mère X79 puisque le X99 devrait le remplacer dans les semaines qui viennent. Il supportera la DDR3 et les nouveaux processeurs Haswell-E à 6 ou 8 cœurs. Nous attendons de connaître les prix avant de vous recommander un modèle.

Mémoire

Mauvaise nouvelle : les prix des puces mémoire vient de subir une énième hausse qui ne tardera pas à se répercuter en France. Avec l'arrivée de la DDR4 d'ici quelques mois, il est probable que les prix de la DDR3 ne reviendront jamais à leurs plus bas niveaux…

Même s'il est toujours possible de travailler – et même de jouer ! – avec 4 Go de RAM, le standard se situe à 8 Go. Seulement voilà : depuis début 2013, le prix de 8 Go de mémoire est passé de moins de 40 € à quasiment 100 €. Ces tarifs prohibitifs devraient vous inciter encore plus à suivre nos conseils : oubliez tous les modules "premium" dotés de radiateurs en alu anodisé ou affichant des fréquences/timings surréalistes. La mémoire "value" de qualité fait parfaitement l'affaire et soulagera la facture sans nuire aux performances. Le reste est simplissime : optez pour de la DDR3-1600 et choisissez de préférence deux modules indépendants plutôt qu'un "kit" de deux. En cas de problème sur une barrette, vous pourrez toujours la renvoyer au SAV et conserver l'autre pour continuer à utiliser votre PC. Deux produits à éviter pour le moment : les kits Extreme3 "ARES" 1333 de G.Skill et la XMS3 de Corsair (en 1333 ou 1600). Leurs taux de retour nous semblent trop élevés.

ENTRÉE DE GAMME 40 €

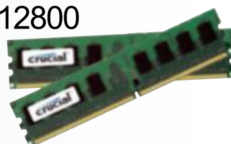
G.Skill Value DDR3
2 x 2 Go PC12800



En juin 2014, le tarif de 4 Go de DDR3-1600 est le même que celui qui était demandé début 2013 pour 8 Go ! Et les prix pourraient bien encore augmenter d'ici septembre. Si votre portefeuille souffre d'anorexie morbide, optez pour 2 x 2 Go et assurez-vous que votre carte mère dispose bien de 4 slots de RAM. Vous upgraderez à 8 Go plus tard…

MILIEU DE GAMME 80 €

Crucial Value DDR3
2 x 4 Go PC12800



8 Go de DDR3-1600. Voilà le choix le plus pertinent pour une machine de joueur. Optez évidemment pour la mémoire la moins chère d'un fabricant connu. Une petite astuce : n'hésitez pas à visiter le site de Crucial. C'est la seule marque à vendre "en direct" et on y trouve souvent des promotions intéressantes. P. S. : ceci n'est pas du publi-rédac.

HAUT DE GAMME 160 €

Crucial Ballistix
v2 x 8 Go PC12800



Si nous avons choisi de la Crucial "Ballistix" et non de la Value pour notre sélection haut de gamme, c'est avant tout parce que c'était la moins chère ! Vu les prix très élevés de la mémoire, inutile de se laisser tenter par des fioritures. Avant de craquer, réfléchissez tout de même bien à l'utilité de 16 Go de mémoire…

Ventirad

À l'exception des FX d'AMD, les processeurs modernes sont assez économes en énergie et ne requièrent plus un imposant ventirad pour rester silencieux. La plupart des puces d'Intel vendues moins de 150 € fonctionneront même très bien avec le radiateur de base…

Pour savoir si vous avez besoin d'un ventirad plus performant que celui fourni d'origine, il convient de se faire une idée de la dissipation thermique de votre processeur. Tous les Celeron, Pentium et Core consomment moins de 50 W et n'exigent pas un modèle amélioré. Les Core i5 et i7 LGA1150 dissipent entre 50 et 70 W de chaleur à pleine charge ; pas de quoi non plus devenir bruyants dans la plupart des cas. En fin de compte, seuls les Core i7 4800/4900 sur socket LGA2011 et les CPU d'AMD (A et FX) peuvent largement dépasser les 100 W. Dans ces circonstances, un ventirad nettement plus évolué peut s'avérer indispensable pour préserver vos oreilles. Autre exception : l'overclocking, qui fait rapidement exploser la dissipation thermique.

ENTRÉE DE GAMME 20 €

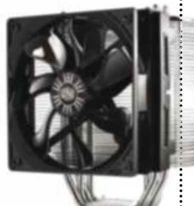
Cooler Master
TX3 EVO



Intel a temporairement ravivé la flamme de l'overclocking dans l'entrée de gamme avec le Pentium G3258. Si vous comptez booster ce processeur à moindres frais et en silence, le TX3 Evo de Cooler Master est tout indiqué. Le Loki II de Xigmatek fera aussi l'affaire.

MILIEU DE GAMME 30 €

Cooler Master
Hyper 412 S EVO



Contrairement au TX3 qui dispose d'un ventilateur de 92 mm, l'Hyper 412 S EVO est équipé d'un modèle 120 mm ; un gain de taille qui lui permet de dissiper plus de chaleur. Il dispose aussi d'un heatpipe de plus et son format assez compact le rend compatible avec la plupart des tours.

HAUT DE GAMME 60 €

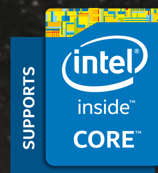
Noctua
NH-U12S

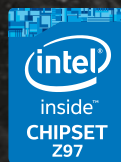


Le NH-U12S est un produit de luxe à la finition parfaite. Ses performances sont excellentes et il refroidira sans peine – et en silence – un processeur très gourmand en énergie ou fortement overclocké. Et si vraiment vous souhaitez atteindre les 5 GHz avec votre Core i7 4790K, le NH-U14S vous tend les bras pour 10 € de plus !

GIGABYTE™

SUPPORTS

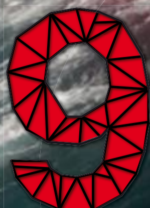






Cartes Mères Gaming de séries G1





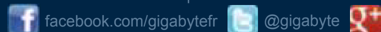
Nouvelle génération de Cartes Mères



Z97X-gaming G1 Wifi BK



www.gigabyte.fr | Club.gigabyte.fr



Overclocking peut créer des problemes d'instabilités.
Les modèles peuvent changer en fonction des régions



Dernière innovation GIGABYTE



Carte Graphique

Grandeur et décadence

Les fondeurs ont de plus de plus de mal à mettre au point des procédés de gravure toujours plus petits et les retards s'accumulent. Conséquence : les GPU en 20 nm prévus à l'origine pour début 2014 sont désormais repoussés à 2015, entraînant une stagnation de la génération 2013. Mais si le marketing va avoir fort à faire pour inventer de la nouveauté, les joueurs, eux, n'ont pas à s'en plaindre : les prix baissent et les performances des GPU actuels restent très correctes.

Dans une machine de joueur équilibrée, la carte graphique représente généralement le composant le plus coûteux : il n'est pas déraisonnable de lui consacrer un bon tiers du budget total. Il convient toutefois de savoir à quoi s'en tenir en termes de performances. À moins de 100 €, ne comptez pas jouer aux derniers blockbusters sans sacrifier la qualité d'image. Nous vous conseillons même d'utiliser le cœur graphique intégré à tous les processeurs modernes le temps d'économiser suffisamment pour vous payer une "vraie" carte graphique. Entre 100 et 150 €, on trouve de nombreux modèles capables de faire tourner correctement et de manière fluide tous les jeux récents. Certes, il faudra rester raisonnable sur les options graphiques, mais avec quelques réglages, vous pourrez profiter des derniers jeux sans ralentissements gênants. La gamme "royale" se situe entre 200 et 300 €. C'est le tarif à débourser pour ne plus se soucier des réglages et obtenir de base une fluidité quasi parfaite partout. Méfiez-vous tout de même des niveaux de détails "Very High" ou "Ultra" que l'on trouve dans la majorité des jeux. La plupart du temps, ils ne sont là que pour faire ramer artificiellement le GPU sans rien apporter de concret au niveau graphique. Cette entourloupe permet de justifier l'existence de cartes à 500 € ou plus… et tant pis si personne ne sera capable de faire la différence à l'œil dans des conditions réelles. À noter que ces commentaires ne sont valables que pour la résolution d'écran standard (1920 x 1080) qui représente aujourd'hui 95 % du marché. Si vous optez pour un moniteur en 2560, il vous faudra un GPU nettement plus puissant. Et en 3840 (4K), ne comptez pas jouer avec un maximum de détails et de manière parfaitement fluide : aucune carte graphique mono-GPU actuelle n'est assez performante pour cela.

Une fois votre budget arrêté, il vous faudra souvent faire un choix entre AMD et Nvidia. Si les deux marques se montrent parfaitement compétitives sur l'entrée et le milieu de gamme, les GeForce se démarquent de plus en plus par le bundle logiciel inclus dans les drivers : 3D Vision, G-Sync, ShadowPlay, SLI, etc. En face, son concurrent parle beaucoup mais agit peu. Ses drivers mettent plus longtemps à être optimisés pour les nouveaux jeux, il n'a jamais proposé d'alternative pertinente et standardisée pour la 3D, le concurrent de G-Sync – FreeSync – reste pour le moment théorique et le CrossFire est globalement moins bien supporté que le SLI. Cela justifie-t-il le "premium" tarifaire parfois demandé par Nvidia à performances égales ? À vous de voir selon votre usage…

Stop surarmement now !

Je pourrais dédier quelques pages à exprimer le fond de ma pensée concernant les Radeon R9 295 X2 et autres GeForce Titan Z, mais je deviendrais vite vulgaire. Allons donc droit au but : fuyez ces saloperies bi-GPU en une seule carte. Que les fabricants cherchent une solution bancale capable de faire tourner correctement les jeux en 4K, soit. Qu'ils construisent des mastodontes bruyants et consommant 500 W, pourquoi pas. S'il y a des acheteurs prêts à payer entre 1 200 et 3 000 € pour se ridiculiser, autant les contenter. Mais rien – RIEN ! – n'excuse qu'AMD et Nvidia méprisent toutes les normes en vigueur et qu'ils piétinent les règles de base de la bienséance électrique. Un exemple ? Ces pauvres connecteurs Molex conçus pour 150 W et surchargés de 80 %. Est-ce si difficile d'en ajouter deux autres sur le circuit imprimé pour rester dans les clous ?



Nos Choix

Prêt à vous ruer dans la première boutique ou chez le premier e-commerçant venu ? Alors foncez ! Les modèles que nous vous conseillons ici ont fait leurs preuves et se distinguent par leur excellent rapport performances/prix.

ENTRÉE DE GAMME — 100 €

Radeon R7 260X

Le ticket d'entrée pour une carte graphique destinée à un PC de joueur qui se respecte est d'environ 100 €. À ce prix, on trouve la GeForce GTX 750 (non-Ti) de Nvidia et la Radeon R7 260X d'AMD. Cette dernière étant environ 20 % plus performante, c'est évidemment elle que nous vous recommandons. Malgré son appellation très "2014", la R7 260X est en fait un renommage de l'ancienne Radeon HD 7790 lancée en mars 2013. Elle dispose de 896 unités de calcul à 1.1 GHz accompagnées par 1 ou 2 Go de GDDR5 à 1625 MHz sur un bus 128 bits. Ses performances sont très correctes et vous permettront de profiter des jeux modernes dans de bonnes conditions. Bien sûr, il ne faudra pas avoir la main trop lourde sur les options graphiques ou de filtrage. Si votre budget vous le permet et que l'écart de prix ne dépasse pas 10 €, choisissez un modèle équipé de 2 Go de GDDR5.



ALTERNATIVE

GeForce GTX 750 Ti

Du point de vue des performances, la GeForce GTX 750 Ti de Nvidia se situe exactement au niveau d'une Radeon R7 260X. Problème : elle est aussi 20 % plus chère en moyenne ! C'est dommage car l'architecture Maxwell est très efficace et consomme peu. Ce type de puces d'entrée de gamme pourrait aussi bénéficier de G-Sync… si les moniteurs n'étaient pas aussi chers…



MILIEU DE GAMME — 250 €

GeForce GTX 770

Nous avons décidé de sauter une étape suite à la baisse de prix continue des GeForce GTX 770. Celle-ci vient donc remplacer l'ancienne GeForce GTX 760 Ti qui demeure un bon choix en dessous de 200 €. La GTX 770 est équipée de 1 536 unités de calculs à 1046 MHz (Turbo à 1085 MHz) et dispose de 2 Go de GDDR5 à 1.75 GHz. En réalité, il s'agit d'un renommage de l'ancienne GTX 680 qui a déjà fait ses preuves. Elle est disponible pour environ 250 €, soit 100 € de moins qu'à son lancement, ce qui en fait une excellente affaire. Ses performances sont suffisantes pour que vous n'ayez plus besoin de vous poser de question au sujet des options graphiques avec une résolution standard (1920). Évitez par contre le modèle GV-N770OC-2GD de Gigabyte, dont les taux de retour nous semblent trop élevés.



ALTERNATIVE

Radeon R9 280X

Pourquoi ne pas conseiller la Radeon R9 280X dont les performances sont similaires malgré un prix inférieur de 30 € chez Sapphire ? Parce que les taux de retour de ce modèle précis sont énormes ! Et les R9 280X dont la fiabilité est irréprochable ne courent pas les rues. Évitez les modèles d'Asus et HIS en faveur de ceux de MSI et Gigabyte.



HAUT DE GAMME — 575 €

GeForce GTX 780 Ti

Dépenser 250 % de plus pour obtenir 40 % de performances supplémentaires ? C'est le deal dans le haut de gamme et il faut bien garder ces chiffres à l'esprit avant de dépenser une somme folle pour une carte comme la GeForce GTX 780 Ti. Anciennement connu sous le nom de GTX Titan (sans les inutiles 6 Go de mémoire), ce GPU offre tout de même le meilleur du moment : qualité de fabrication, silence, performances et fioritures logicielles en pagaille. De quoi jouer de manière parfaitement fluide sur un moniteur 2560 avec un luxe de détails graphiques. Notez toutefois que ses performances sont insuffisantes pour un moniteur 4K. Et si vraiment votre compte en banque ferait pâlir celui du Qatar, achetez-en deux en SLI plutôt que d'opter pour une Titan Z ou une Radeon R9 295X !



ALTERNATIVE

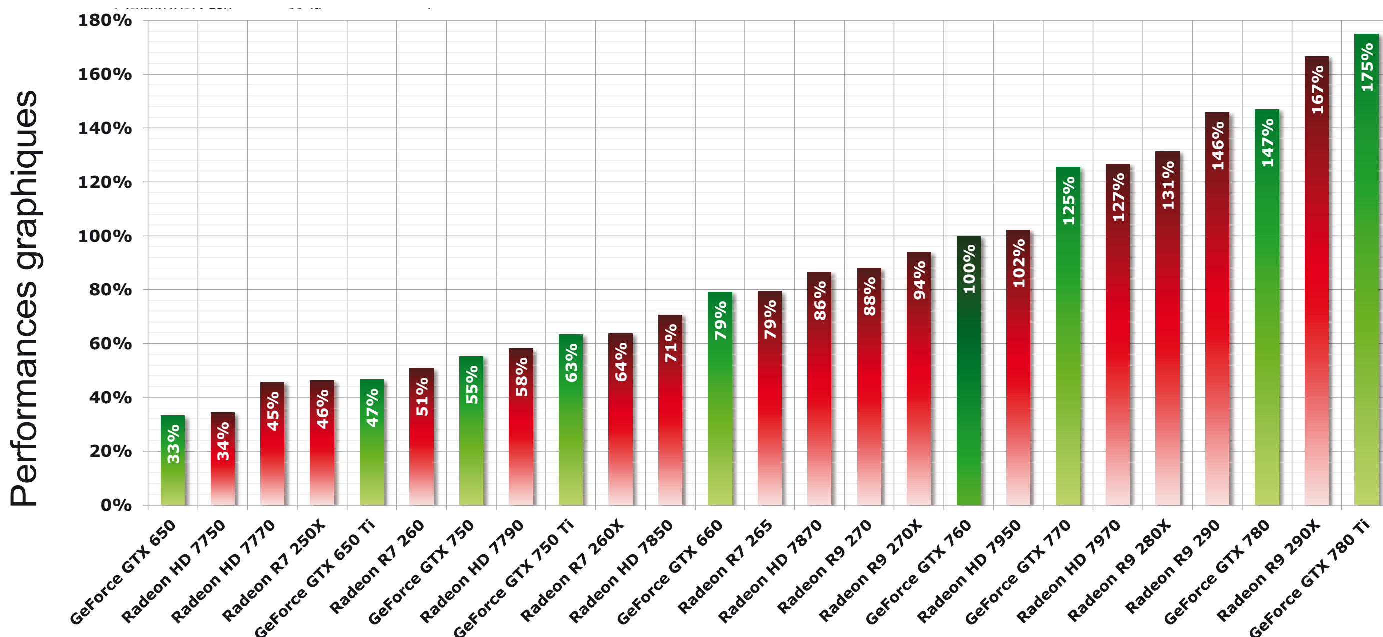
Radeon R9 290X

La Radeon R9 290X est disponible pour 175 € de moins que la 780 Ti alors que ses performances ne sont inférieures que de 10 % maximum. Certes, mais ce GPU chauffe énormément et les cartes à 400 € souffrent souvent de problèmes de fiabilité. Seules les R9 290X d'Asus, Gigabyte ou MSI ne semblent pas touchées… mais elles coûtent 100 € de plus !



Benchmarks : 24 GPU d'un coup d'œil !

Moyenne pondérée : Tomb Raider, F1 2013, GRID 2, Assassin's Creed IV, Batman : Arkham Origins, Hitman Absolution, Civilization V : G&K, Skyrim Crysis 3, Mass Effect 3, Metro : Last Night, BattleField 4, BioShock : Infinite, Far Cry 3 – Résolution : 1920 x 1080 – Référence 100 % : GeForce GTX 760



Spécifications des GPU AMD

Nom	GPU	Gravure (nm)	Unités de calculs – Shaders	Textures	Rendu	Gflops	Fréquences (MHz) – GPU	Mémoire	Type de mémoire	Taille Mémoire	Type de bus	BP Mémoire	TDP
Radeon R7 240	Oland Pro	28	320	20	8	499,2	780	1125	DDR3	1024	128 bit	70,3	~30W
Radeon R7 250	Oland XT	28	384	24	8	806,4	1050	1150	GDDR5	1024	128 bit	71,9	~50W
Radeon R7 250X	Cape Verde XT	28	640	40	16	1280	1000	1150	GDDR5	1024	128 bit	71,9	~95W
Radeon R7 260	Bonaire	28	768	48	16	1536	1000	1500	GDDR5	1024	128 bit	93,8	~105W
Radeon R7 260X	Bonaire XTX	28	896	56	16	1971,2	1100	1625	GDDR5	2048	128 bit	101,6	~115W
Radeon R7 265	Pitcairn Pro	28	1024	64	32	1843,2	900	1400	GDDR5	2048	256 bit	175,0	~150W
Radeon R7 270	Curaçao Pro	28	1280	80	32	2368	925	1400	GDDR5	2048	256 bit	175,0	~165W
Radeon R7 270X	Curaçao XT	28	1280	80	32	2688	1050	1400	GDDR5	2048	256 bit	175,0	~180W
Radeon R9 280	Tahiti Pro	28	1792	112	32	3343,9	933	1250	GDDR5	3072	384 bit	234,4	~225W
Radeon R9 280X	Tahiti XT	28	2048	128	32	4096	1000	1500	GDDR5	3072	384 bit	281,3	~250W
Radeon R9 290	Hawaii Pro	28	2560	160	64	4848,6	947	1250	GDDR5	4096	512 bit	312,5	~275W
Radeon R9 290X	Hawaii XT	28	2816	176	64	5632	1000	1250	GDDR5	4096	512 bit	312,5	~290W

Spécifications des GPU NVIDIA

Nom	GPU	Gravure (nm)	Unités de calculs – Shaders	Textures	Rendu	Gflops	Fréquences (MHz) – GPU	Turbo	Mémoire	Type de mémoire	Taille Mémoire	Type de bus mémoire	BP Mémoire	TDP
GeForce GTX 650	GK107	28	384	32	16	812,5	1058	N/A	1250	GDDR5	1024	128 bit	78,1	~60W
GeForce GTX 650 Ti	GK106	28	768	64	14	1425	928	N/A	1350	GDDR5	2048	128 bit	84,4	~115W
GeForce GTX 660	GK106	28	960	80	24	1882	980	1033	1502	GDDR5	2048	192 bit	140,8	~133W
GeForce GTX 660 Ti	GK104	28	1344	112	24	2460	915	908	1502	GDDR5	2048	192 bit	140,8	~165W
GeForce GTX 670	GK104	28	1344	128	32	2704	1006	1058	1502	GDDR5	2048	256 bit	187,8	~170W
GeForce GTX 680	GK104	28	1536	128	32	3090	1006	1058	1502	GDDR5	4096	256 bit	187,8	~185W
GeForce GT 740	GK107	28	384	32	16	762,6	993	N/A	1250	GDDR5	1024	128 bit	78,1	~65W
GeForce GTX 750	GM107	28	512	32	16	1044	1020	1085	1250	GDDR5	1024	128 bit	78,1	~65W
GeForce GTX 750 Ti	GM107	28	640	40	16	1306	1020	1085	1350	GDDR5	2048	128 bit	84,4	~60W
GeForce GTX 760	GK104	28	1152	96	32	2258	980	1033	1502	GDDR5	2048	256 bit	187,8	~145W
GeForce GTX 770	GK104	28	1536	128	32	3210	1045	1136	1750	GDDR5	2048	256 bit	218,8	~175W
GeForce GTX 780	GK110	28	2304	192	48	3977	863	1006	1502	GDDR5	3072	384 bit	281,6	~200W
GeForce GTX 780 Ti	GK110	28	2880	240	48	5040	875	1020	1750	GDDR5	2048	384 bit	328,1	~250W

Alimentation

Notre analyse poussée des taux de retour SAV nous a permis d'y voir plus clair en matière d'alimentations. L'occasion d'affiner nos recommandations pour vous proposer les modèles les plus fiables et les plus performants d'un point de vue électrique.

L'alimentation électrique est un élément important – quoique souvent négligé – dans un PC qui se respecte. C'est elle qui convertit la haute tension du secteur EDF en basse tension continue à destination de vos précieux composants. Un bloc d'alimentation de mauvaise qualité ne se remarquera pas à la première utilisation ; ce n'est qu'au bout de plusieurs semaines (ou plusieurs mois) que d'inexplicables plantages aléatoires surviendront. Et un court-circuit dans le PC ou une surtension sur la ligne électrique signera bien souvent la mort de votre machine. Lors du choix d'un modèle, vous aurez d'abord à vous prononcer sur la puissance. Inutile de vous laisser entourlouper par le marketing : le GPU le plus puissant consomme 300 W en charge et le reste d'une configuration très haut de gamme ne montera pas au-dessus de 200 W. Une alimentation de plus de 600 W ne servira donc généralement à rien et en pratique, votre PC consommera rarement plus de 300 W. Vient ensuite la modularité. Avez-vous besoin de câbles détachables pour ne pas encombrer votre tour ? À vous de voir, mais ne pas céder sur ce point fort dispensable vous permettra de faire des économies. Reste enfin à parler de l'efficacité : la certification "80+" n'est pas un gage de qualité. Un modèle 80+ Bronze peut parfaitement s'avérer bien meilleur – quoique moins économe en énergie – qu'un autre certifié 80+ Gold.

ENTRÉE DE GAMME — 45 €

LDLC BG-400

Trouver un meilleur rapport qualité/prix que la BG-400 de LDLC ? Impossible ! Ce bloc de 400 W fabriqué par Seasonic est en fait une S12-II dont la qualité n'est plus à démontrer. En "court-circuitant" le circuit de distribution habituel, le revendeur français est parvenu à tirer son prix au plus bas. Certes, elle n'est certifiée "que" 80+ Bronze et sa plateforme matérielle date de 2010, mais ses performances électriques sont plus que correctes et sa fiabilité n'a jamais été mise en défaut jusqu'à aujourd'hui.



MILIEU DE GAMME — 75 €



LDLC QS-550+

Si vous détestez LDLC et que vous ne voulez surtout pas vous fournir chez ce revendeur, vous voilà bien embêté : c'est aux alentours de 75 € que les profits des fabricants d'alimentation sont les plus juteux… et que le rapport qualité/prix est le plus mauvais. Dans ces circonstances, la QS-550+ (une version re-marquée de l'excellente G-550 de Seasonic) est de loin le meilleur choix que l'on puisse faire : certifiée 80+ Gold, silencieuse, fiable et électriquement proche de la perfection !

HAUT DE GAMME — 150 €

Seasonic P-660

L'analyse des taux de panne a montré que les blocs 80+ Platinum étaient (un peu) plus sujets aux défaillances que les 80+ Gold. Les chiffres demeurent toutefois assez bas pour ne pas être inquiétants, mais nous continuerons de les surveiller. En attendant, la Seasonic P-660 reste notre choix de prédilection dans le haut de gamme. Elle est modulaire, offre une puissance suffisante pour l'écrasante majorité des configurations et la qualité du courant fourni est parfaite.



Stockage

Les prix des SSD ont tellement baissé qu'il est désormais envisageable de se passer complètement de disque dur sur une machine de bureau ! Il s'agit là sans nul doute d'un tournant majeur dans l'histoire du stockage.

Dans le dernier numéro, nous évoquions des SSD de 1 To disponibles à 500 €. Trois mois plus tard, ils se négocient aux alentours de 400 €… et même à 350 € lors de promotions ponctuelles. Le couple HDD/SSD généralement préconisé serait-il au bord du divorce ? C'est fort probable. Dans l'immédiat, il reste tout de même plus raisonnable d'opter pour un SSD de 256 ou 512 Go, accompagné par un bon vieux disque mécanique de quelques téraoctets. Le prix au gigaoctet reste encore très largement en faveur des disques durs. Reste à choisir les bons modèles. Pour les SSD, bien que les nouveaux procédés de gravure ne cessent de réduire l'endurance des cellules de flash, aucun problème de fiabilité n'est encore apparu chez les fabricants sérieux. Évidemment, il convient d'éviter les produits OCZ qui souffrent depuis longtemps de taux de retour démentiels sur certains modèles (voir notre dossier Fiabilité). Pour le reste, choisissez le moins cher ! Si les benchmarks théoriques peuvent faire apparaître de gros écarts entre deux modèles, les différences constatées sur des applications grand public dans un scénario "réel" sont très faibles. Côté disque dur, tout dépend du type de données que vous avez à y stocker. S'il ne s'agit que de films ou de photos, un modèle 5400/5900 tr/min peut suffire mais en général, nous vous conseillons d'opter pour du 7200 tr/min. Le gain est très concret lorsqu'il s'agit de lancer des applications.

ENTRÉE DE GAMME — 75 €

Seagate Desktop SSHD 1 To

Dans l'entrée de gamme, vous constaterez que nous avons doté notre configuration "Ducky" d'un SSD de 128 Go couplé à un disque dur de 1 To. Cette configuration représente un prix d'environ 125 € que nous vous conseillons. Si votre banquier ne vous autorise pas cette folie, rabattez-vous sur un Seagate SSHD de 1 To. Il embarque une mémoire flash de 8 Go qui fait office de mini-SSD. Le gain est très appréciable en pratique.



MILIEU DE GAMME — 200 €



Seagate 7200.14 2 To + Samsung 840 Evo 240 Go

Un SSD de 240 Go coûte aujourd'hui à peine plus cher qu'un disque dur de 2 To. C'est le couple idéal pour des applications réactives et une capacité suffisante pour y stocker des données volumineuses. Pour peu que votre budget vous le permette, n'hésitez pas à opter pour un SSD de 480 Go. Il vous en coûtera 100 € de plus, mais vous serez à l'abri des limitations de place lors de l'installation de "gros" jeux.

HAUT DE GAMME — 500 €

Seagate 7200.14 3 To + Crucial M550 1 To

Au diable l'avarice ! Si vous ne souhaitez plus vous soucier des problèmes d'espace disque pour un moment, un SSD de 1 To (~400 €) couplé à un disque dur de 3 To (~100 €) représente le summum. Et pourquoi pas un 4 To pendant qu'on y est ? Parce que les taux de retour nous semblent encore trop élevés à notre goût. En revanche, au gré des promotions, vous pouvez remplacer le M550 par un 840 Evo 1 To de Samsung.



Moniteur

ENTRÉE DE GAMME — 150 €

Iiyama ProLite E2483HS-B1



Le prix des moniteurs n'en finit plus de baisser, on trouve désormais cette référence de l'entrée de gamme en 24 pouces pour moins de 155 euros. Ce modèle d'IIyama dispose de tout ce qu'il faut pour laisser s'exprimer une bonne carte graphique avec une résolution full HD de 1920x1080 et un temps de réaction de 2 ms. Son tarif met le double et triple-écran à la disposition des bourses les plus modestes : vous pouvez désormais jouer en 5760x1080 pour moins de 450 €…

Technologie : TN rétroéclairage LED **Diagonale :** 24 pouces (61 cm) **Résolution native :** 1920 x 1080 (16/9) **Angles de vision (H°/V°) :** 178°/178° **Temps de réponse :** 5 ms **Luminosité :** 300 cd/m² **Contraste :** 1000:1 **Connectique :** VGA, DisplayPort, DVI-D **HDCP :** Oui **Haut-parleurs :** 2x1,5W **Dimensions sur pied (L x H x P) :** 561 x 449 x 216,5 mm **Poids :** 4,6 kg **Consommation :** 36 W (0,5 en veille) **Ajustements :** Inclinaison avant/arrière

MILIEU DE GAMME — 285 €

Asus VE278Q

24 pouces, c'est bien. 27 pouces, c'est mieux. Surtout quand ça ne coûte plus très cher. L'Asus VE278Q aurait pu être considéré comme du très haut de gamme quand François Hollande sortait encore avec Julie Gayet, c'est désormais un moniteur de luxe très abordable avec une résolution full HD, un temps de réponse parfaitement adapté au jeu vidéo, un rétro-éclairage LED et même une prise DisplayPort, qui est en train de devenir le nouveau standard du marché. Seul micro-défaut : il ne lui manque qu'un pied réglable en hauteur (comme d'ailleurs 80 % des modèles de moniteur).



Technologie : TN rétro-éclairage LED **Diagonale :** 27 pouces (69 cm) **Résolution native :** 1920 x 1080 (16/9) **Angles de vision (H°/V°) :** 170°/160° **Temps de réponse :** 2 ms **Luminosité :** 300 cd/m² **Contraste :** 1000:1 **Connectique :** DisplayPort, DVI-D, HDMI 1.3 **HDCP :** Oui **Haut-parleurs :** Oui **Dimensions sur pied (L x H x P) :** 643 x 455 x 220 mm **Poids :** 6,3 kg **Consommation :** 45 W (2 en veille) **Ajustements :** Inclinaison avant/arrière

HAUT DE GAMME — 450 €

BenQ XL2720Z



Avec l'arrivée des moniteurs G-Sync et du 4K, le 27 pouces en 1920x1080 n'en a plus pour très longtemps. Qu'à cela ne tienne, BenQ a décidé de sortir le modèle ultime de cette catégorie. On retrouve les fonctionnalités habituelles d'un écran haut de gamme avec le support de la 3D Vision 2 de Nvidia (pour les quelques joueurs que ça intéresse encore…), un taux de rafraîchissement grimpant à 144 Hz et, bien sûr, un temps de réponse de 1 ms. Mais le constructeur asiatique va encore plus loin en proposant quelques raffinements inédits : un système de réduction du flou lors des mises à jour rapides de l'affichage (ça marche plutôt bien) et une série de profils spéciaux bien étudiés (FPS, jeux de stratégie, utilisation de nuit…) et modifiables à souhait. Un pied réglable dans tous les sens (hauteur, pivot…) et une télécommande S-Switch pour faciliter la navigation dans les menus viennent compléter l'ensemble. Un beau baroud d'honneur en attendant l'arrivée d'une nouvelle génération d'écrans.

Technologie : TN rétroéclairage LED **Diagonale :** 27 pouces (69 cm) **Résolution native :** 1920 x 1080 (16/9) **Angles de vision (H°/V°) :** 170°/160° **Temps de réponse :** 1 ms **Luminosité :** 300 cd/m² **Contraste :** 1000:1 **Connectique :** DisplayPort, DVI-D, 2x HDMI **HDCP :** Oui **Haut-parleurs :** Non (mais prise casque présente) **Dimensions sur pied (L x H x P) :** 548 x 642 x 273 mm **Consommation :** Inférieure à 2 W (0,5 en veille) **Poids :** 7,5 kg **Ajustements :** Inclinaison avant/arrière/droite/gauche/hauteur/pivot

G-Sync, 4, 3, 2, 1, partez

La sauce commence doucement à monter autour du G-Sync. Si vous n'avez pas lu les précédents *Canard PC Hardware*, dans lesquels nous avons poussé des petits cris d'extase devant les premiers prototypes d'écrans utilisant cette technologie, un petit rappel est nécessaire. Le G-Sync de Nvidia devrait, dans un futur proche, nous débarrasser de tous les problèmes liés à la synchronisation verticale entre l'écran et la carte graphique. En gros, le moniteur se mettra à jour uniquement si le GPU lui envoie une nouvelle image. Exit les problèmes de "tearing" et de soubresauts. À nombre d'images par seconde égal, un affichage G-Sync va donc paraître plus fluide et naturel. Les premiers modèles grand public et abordables étaient attendus avec une certaine impatience, et ils viennent juste d'être annoncés. Les pionniers sont l'AOC u2868Pqu, qui pourrait être disponible autour des 550 € à l'heure où vous lirez ces lignes, puis l'Acer XB280HK, qui le rejoindra rapidement sur les étals (tarif non communiqué). Ces deux écrans taïwanais ont des caractéristiques identiques : une dalle TN de 28 pouces en résolution 4K (3840x2160) s'affichant à 60 Hz, et bien sûr une prise DisplayPort indispensable pour le G-Sync. Ils devraient constituer l'entrée de gamme de cette nouvelle catégorie de moniteurs. AMD travaille sur une technologie similaire, baptisée FreeSync, dont les premiers modèles compatibles pourraient arriver avant la fin de l'année.

Boîtier



ENTRÉE DE GAMME 35 €

Cooler Master N200

Dimensions (L x P x H) : 202 x 445 x 378 mm | **Poids :** 4,3 kg

Pour vous, un boîtier, ça n'est qu'une grosse boîte qu'on cache sous le bureau et qui est chargée de maintenir ensemble les pièces du PC. OK, pas de problème, alors vous aurez tout intérêt à choisir un modèle d'entrée de gamme. Vu les tarifs, il n'est pas nécessaire d'aller chercher du boîtier no-name douteux. On trouve par exemple le N200 de Cooler Master, loin d'être dégueu, à 35 €. Design sobre, filtre antipoussière, un intérieur spacieux capable d'héberger jusqu'à 4 disques et une config graphique SLI, deux ventilos de 120 mm : il devrait convenir à l'immense majorité des utilisateurs qui n'ont pas l'intention de faire de leur PC un objet déco trônant au milieu du salon.



MILIEU DE GAMME 88 €

Fractal Design Define R4

Dimensions (L x P x H) : 232 x 523 x 464 mm | **Poids :** 12,3 kg

Le R4 reste la grande valeur sûre pour tous ceux qui veulent se faire plaisir avec un bel écrin pour leur config musclée. En restant largement sous la barre des 100 euros, il offre une tonne de raffinements comme un traitement antibruit et antivibration, une excellente circulation de l'air assurée par deux énormes ventilos à vitesse réglable de 140 mm (ils déplacent plus d'air tout en faisant moins de bruit que les 120 mm), des filtres antipoussières et même l'USB 3.0 en façade. Surtout, le R4 est un très beau boîtier au design scandinave tout en élégance et une façade muette du plus bel effet. Pour ne rien gâcher, son prix a baissé de plus de 10 % ces dernières semaines.

MILIEU DE GAMME 100 €



Cooler Master Silencio 652

Dimensions (L x P x H) : 220 x 507 x 509 mm | **Poids :** 10,4 kg

Le grand concurrent du Fractal R4 offre des prestations assez similaires. L'accent a été mis sur le traitement acoustique du boîtier, Cooler Master ayant collé des mousses isolantes sur les parois pour absorber les vibrations et le vrombissement des deux ventilateurs livrés en standard (dont l'énorme 180 mm qui occupe une bonne partie de la façade avant). Au niveau des fonctionnalités annexes, on trouve bien sûr des ports USB 3.0, mais aussi un lecteur de carte SD intégré. Un poil plus haut que le R4, mais un peu plus étroit, le 652 offre un volume comparable, le choix entre l'un ou l'autre est donc une affaire d'appréciation de leur design respectif (minimaliste sur le R4, plus classique pour le Silencio).



HAUT DE GAMME 170 €

Corsair 750D

Dimensions (L x P x H) : 235 x 546 x 560 mm | **Poids :** 9,7 kg

Nous hésitons encore à maintenir une partie "haut de gamme" concernant les boîtiers, tant les prestations offertes par les modèles milieu de gamme sont bonnes. Mais il existe toutefois une frange (minime) d'utilisateurs qui veulent absolument un boîtier à gros volume pour héberger des configurations délirantes de type quad-SLI watercoolés... Ils peuvent se tourner sur la série D de Corsair, dont le 750 reste encore "raisonnable" (au-dessus, le 900D est vendu à un tarif scandaleusement prohibitif...). Cet énorme bousin de 56 centimètres de haut avalera sans problème tous vos composants, et même probablement ceux du PC du voisin. Évidemment, vu le prix, vous avez droit au grand luxe : façade aluminium, trois gros ventilos de 140 mm préinstallés, passe-tuyaux pour le watercooling, montage sans outils, traitement antivibration... Pas sûr que ces quelques centimètres cubes justifient de payer deux fois plus cher que sur un Fractal R4 par exemple, mais c'est à vous et votre Carte Bleue d'avoir cette discussion ensemble.

Sous le bureau ? Sur le bureau ? Non, dans le bureau.

Il y a ceux qui mettent leur boîtier de PC sur le bureau, tout fiérots qu'ils sont de leur machine de guerre dont ils ont soigneusement sélectionné chaque composant. Il y a ceux qui le mettent sous le bureau, parce que c'est plus pratique et que ça réchauffe les pieds en hiver. Et puis, il y a le fabricant Lian Li qui a décidé de mettre tout le monde d'accord en créant une pièce de mobilier bi-classée bureau/boîtier. Carte mère, GPU, disques durs et alimentation sont hébergés directement dans le plateau du meuble. Pour garder l'ensemble encore plus clean, un pied est prévu pour y accrocher un ou plusieurs moniteurs. C'est moche, mais l'idée est excellente. Pour l'instant à l'état de prototype, le Lian Li DK-01 est annoncé à environ 1 000 dollars. Vide, bien sûr.



Carte Son

ENTRÉE DE GAMME 35 €

Asus Xonar DGX



Cette bonne petite carte d'entrée de gamme suffit déjà pour booster la qualité sonore d'un PC. Le son délivré sera bien meilleur que celui de l'immonde chip sonore équipant généralement les cartes mères d'entrée de gamme, et ce pour un prix tout à fait raisonnable. Pour l'immense majorité des utilisateurs ayant des besoins classiques (entendre les piou-pious dans les jeux vidéo et les dialogues d'une vidéo YouTube), cela suffira amplement.

Nombre de canaux : 5.1
Échantillonnage : 96 KHz / 24 bits
Rapport signal/bruit : 105 dB(A)
Décodeur intégré : EAX (DS3D GX)
Slot : PCI-E
Logiciel livré : -
Sorties analogiques : 3 mini-jacks 3,5 mm
Entrée analogique : 1 jack 3,5 mm Line In / Micro
Sortie numérique : 1 sortie S/PDIF
Entrée numérique : Aucune
ASIO : Oui

MILIEU DE GAMME 90 € (version OEM)

Creative Sound Blaster Z

Pour une utilisation musicale sérieuse ou du gros bruit sur un kit d'enceintes 5.1, dépenser quelques dizaines d'euros dans une carte de qualité supérieure se justifie complètement. La Z de Creative permet d'obtenir un son d'excellente qualité, avec un rapport signal/bruit et une distorsion très honnêtes. Le support de l'ASI0 2.0 permet de s'initier à la création musicale et de se rendre que finalement, l'eurodance, ça n'est pas si facile que ça à produire.

Nombre de canaux : 5.1
Échantillonnage : 192 KHz / 24 bits
Rapport signal/bruit : 116 dB(A)
Normes compatibles : Dolby Digital (en pass-through)
Décodeur intégré : DTS / Dolby Digital (encodage DD Live et DTS Neo), EAX Advanced HD 5.0
Slot : PCI-E
Sorties analogiques : 4 mini-jacks 3,5 mm
Entrée analogique : 1 mini-jack Line In / Micro
Sorties numériques : 1 optique Toslink
Entrée numérique : 1 optique Toslink
ASIO : 2.0
Logiciel livré : Suite audio



HAUT DE GAMME 170 €

Asus Xonar Essence STX



À près de 200 euros, la Xonar Essence permet de commencer à frimer auprès de vos camarades audiophiles puisqu'elle est l'une des rares cartes son grand public abritant des amplis analogiques. Cette technologie date du siècle dernier, mais pour les oreilles exigeantes, c'est la garantie d'un son plus chaud et plus fidèle, permettant de capter avec précision les trémolos dans la voix de Maître Gims. La Xonar Essence dispose même d'un ampli dédié pour la sortie casque. À part ça, on y retrouve tout ce qu'il faut sur une carte son haut de gamme : ASIO 2.0 bien sûr, mais aussi le décodage d'un tas de machins Dolby et des performances excellentes en matière de distorsion et de rapport signal/bruit.

Nombre de canaux : 2.0
Échantillonnage : 192 KHz / 24 bits
Rapport signal/bruit : 124 dB(A)
Normes compatibles : DTS / Dolby Digital (en pass-through)
Décodeur intégré : Encodage en DD Live / Pro Logic IIX et Virtual Speaker
Slot : PCI-E
Sorties analogiques : 2 RCA + 1 jack 6,3 mm
Entrée analogique : 1 jack 6,3 mm Line In / Micro
Sortie numérique : 1 optique
Entrée numérique : Aucune
ASIO : 2.0
Logiciel livré : Suite audio

Les NAS

ENTRÉE DE GAMME 170 €

Synology DS114



Synology reste la marque de référence en matière de NAS d'entrée de gamme. Leur nouveau DS114 permet d'avoir un disque dur disponible en permanence et capable de faire tourner un grand nombre d'applications (Bittorrent, FTP, téléchargement Usenet, serveur web, etc.) sans avoir à laisser le PC allumé. Comme toujours chez Synology, l'interface d'administration est excellente.

Dimensions : 166 x 71 x 224 mm
Poids : 800 g
Baies : 1 disque dur 2,5" ou 3,5"
CPU : Marvell Armada 370 1,2 GHz
RAM : 512 Mo
RAID : Non
Refroidissement : Ventilateurs
Connexion : Gigabit Ethernet
Connectique : 2x USB 3.0, eSata

MILIEU DE GAMME 250 €

Synology DS214



Un excellent modèle de Synology pour goûter aux joies du NAS à baies multiples, indispensable pour une config en RAID 1 qui protégera les données même en cas de panne d'un des disques. Sans atteindre celle des machines QNAP, la qualité de construction de ce modèle de dernière génération est plus que correcte.

Dimensions : 233 x 108 x 165 mm
Poids : 1,3 kg
Baies : 2 disques durs 2,5" ou 3,5"
CPU : Marvell Armada XP Dual-Core 1,06 GHz
RAM : 512 Mo
RAID : 0-1
Refroidissement : Ventilateurs
Connexion : Gigabit Ethernet
Connectique : 2x USB 3.0, 1x USB 2.0, eSata

HAUT DE GAMME 550 €

QNAP TS-469L



Là, on n'est plus vraiment dans le NAS, mais carrément dans le mini-PC véloce. Le système d'exploitation propriétaire de QNAP, le QTS 4.0, permet d'installer des tonnes d'applications, et même XBMC pour vous en servir comme PC Home Cinema grâce à la sortie HDMI incluse… Un très beau jouet pour stockeur fanatique ou gros archiviste de vidéos HD.

Dimensions : 177 x 180 x 235 mm
Poids : 3,5 kg
Baies : 4 disques durs 3,5"
CPU : Intel Atom D2700 Dual-Core 2,13 GHz
RAM : 1 Go
RAID : 0-1-5-6-10
Refroidissement : Ventilateurs
Connexion : Gigabit Ethernet (2 ports)
Connectique : 5x USB 2.5, 2x USB 3.0, HDMI, eSata

Le Son sur PC

ENTRÉE DE GAMME

Altec Lansing BXR 1320 — 18 €

Pour moins de 20 euros, on commence à trouver des enceintes plus que correctes qui remplaceront avantageusement les haut-parleurs infâmes équipant certains écrans LCD. Ce modèle Altec Lansing a en plus l'avantage de ne pas être très encombrant puisque l'alimentation se fait par le port USB (ça fait du câble en moins et c'est pratique pour un PC portable).



Type : 2.0 **Puissance :** N.C **Prise casque :** Non
Dimensions d'un satellite : 66x85x160 mm

Creative Inspire T10 — 40 €

Si vous voulez autre chose que des enceintes d'appoint, mais n'êtes pas prêt à claquer plus de 50 euros pour entendre les explosions sur *Battlefield*, ce kit de Creative offre un son satisfaisant pour le jeu vidéo ou le cinéma et son encombrement reste raisonnable, ce qui ne sera plus le cas si vous tentez d'installer un kit 5.1.



Type : 2.0
Puissance : 10 watts
Prise casque : Oui
Dimensions d'un satellite : 137x90x194 mm

MILIEU DE GAMME

SteelSeries Siberia v2 — 70 €

Attention, ne faites pas votre choix de micro-casque à la légère. S'il paraît confortable en magasin, un modèle peut devenir une véritable torture lorsqu'il est porté plus de 30 minutes, à cause de la pression exercée sur les délicats cartilages des oreilles. Le Siberia n'a pas ce problème. Léger, doté d'un arceau très bien étudié qu'on ne sent quasiment pas et d'écouteurs larges rembourrés de mousse, on peut le chausser des heures sans la moindre gêne. En plus, le son est vraiment très bon pour cette gamme de prix. Un excellent choix pour les gros joueurs en réseau qui ne veulent pas se ruiner.



Plage de fréquences : 18-28 000 Hz
Connexions : 2 jacks 3,5 mm
Longueur du câble : 3 m

Edifier C2X — 100 €

Edifier est une marque relativement nouvelle sur le marché des enceintes PC, mais elle s'est déjà taillé une belle réputation grâce à des kits simples et efficaces. Son modèle C2X est probablement l'un des meilleurs rapports qualité/prix dans la catégorie des kits 2.1. Reliés à un boîtier de commande/amplificateur au look élégant, le caisson de basse et les deux satellites délivrent un son puissant et équilibré qui convient à tous les types d'utilisation. En prime : un branchement facile et des prises annexes (casque et aux) très pratiques.



Type : 2.1
Puissance : 54 W
Prise casque : Oui
Dimensions d'un satellite : 130 x 90 x 180 mm
Dimensions du caisson : 232 x 2880 x 242 mm

HAUT DE GAMME

Logitech Z906 Digital THX — 280 €



Type : 5.1 **Puissance :** Satellites 67 W, voie centrale 67 W, caisson 165 W
Prise casque : Oui
Entrées : 2 optiques, 1 coaxiale, 6 analogiques
Dimensions du satellite / voie centrale : 160x83x89 mm / 89x160x89 mm
Dimensions du caisson : 330x292x279 mm

Non, bien sûr, il n'est ni nécessaire ni raisonnable de claquer près de 300 € pour un kit d'enceintes sur PC. Difficile d'apprécier les finesses d'une poussée de violons sur un morceau de Bach quand les ventilos tournent à 40 décibels derrière. Mais si vous voulez absolument le top du kit informatique 5.1, nul doute que Logitech sera ravi de vous fournir son splendide Z906. Capable de décoder une tonne de Dolby machin-chose et de sonoriser un gymnase, les Z906 accompagneront avec classe une machine très haut de gamme équipée d'une carte son sérieuse. Une petite folie pour config à budget "no limit".

Sennheiser PC 360 G4ME — 150 €

Dénichable aujourd'hui à moins de 150 €, le PC 360 de Sennheiser reste, de la tête et des épaules, le meilleur rapport qualité/prix sur le segment des micro-casques haut de gamme. D'abord parce qu'il est très confortable, encore plus que le Siberia, grâce à ses écouteurs plus larges et sa mousse plus ferme ; c'est une paire de charentaises pour les oreilles. Ensuite parce que le son est absolument irréprochable, il ne tombe jamais dans la surdose de basses, comme nombre de modèles orientés jeu vidéo, et rend des aigus et des mediums avec une précision proche des "vrais" casques audiophiles. Notez qu'il existe une version 363D à 230 €, un poil mieux construite et livrée avec une carte son USB réglée au millimètre. Le 360 de base devrait déjà ravir les utilisateurs les plus exigeants qui passent des heures par soir en communication vocale avec leurs petits camarades de jeu.



Plage de fréquences : 15-28 000 Hz
Connexions : 2 jacks 3,5 mm
Longueur du câble : 3 m

Logitech Illuminated Keyboard 75 €



Le clavier mécanique, on aime ou on n'aime pas. Pour ceux qui n'aiment pas, ce magnifique modèle à toucher "portable" (touches basses, frappe souple et silencieuse) est probablement le meilleur choix. L'Illuminated est l'un des claviers rétroéclairés les plus beaux et les plus solides du marché. Nous en utilisons certains depuis plus de trois ans sans même la moindre décoloration au niveau des touches. Attention toutefois à ses limitations, il ne supporte pas certaines combinaisons de trois touches (c'est parfois un peu gênant dans certains jeux vidéo).

Logitech K120 14 €



Même avec un budget serré, vous n'avez pas besoin de sombrer dans le clavier no-name à touches branlantes. Le K120 de Logitech fera parfaitement le boulot à un tarif ridicule. Pas de rétroéclairage ni de touches programmables (quoique vous pouvez passer par un soft externe comme AutoHotKey…) mais un petit clavier basique, solide et efficace.

Ozone Strike 75 €



Nous continuons sans relâche à conseiller ce clavier mécanique vaillant qui est l'un des rares à ne pas franchir la barre des 80 €. Sobre (on regrette juste une tache de sang décorative très inutile), équipé de contacteurs Cherry MX Black, il fait son job sans chichis, sans nécessiter l'installation de pilotes, et se permet même quelques raffinements avec deux prises USB 2.0. Pour le jeu vidéo, polling à 1 000 Hz et anti-ghosting complètent le tableau.

Corsair K60 105 €



Un clavier mécanique pour esthète, avec un châssis en aluminium réussi et même des touches ZQSD customisables. Les contacteurs mécaniques sont des Cherry MX Red très nerveux et claquants qui offrent des sensations de frappe franches sans être aussi bruyants que des MX Blue, par exemple. Ce modèle semble être en fin de vie (remplacé par le K70, beaucoup plus coûteux, que nous espérons tester bientôt), vous devriez donc pouvoir le trouver à des prix intéressants.

Logitech G710+ 100 €



Le meilleur clavier mécanique de grande marque que nous ayons essayé. Logitech a choisi des contacteurs Cherry MX Brown qui sont, pour nous, les plus agréables à utiliser (feedback tactile prononcé mais nuisances sonores réduites comparées aux autres switchs Cherry). Le design est élégant, le rétroéclairage blanc réglable sur quatre niveaux, l'anti-ghosting parfait et vous trouverez même 6 touches G programmables sur le côté gauche de l'engin. Notez que le G710 est en promo jusqu'au 15 juillet chez certains revendeurs en ligne et disponible à moins de 100 €, contre 130 habituellement.

Razer Blackwidow Ultimate 2014 140 €



Le dernier-né des claviers mécaniques Razer se distingue par son look massif et l'impression de solidité qu'il dégage. Les plastiques, plus épais et plus mats que sur le G710 par exemple, lui donnent une allure d'engin industriel incassable. Les contacteurs "Razer Green" offrent des sensations très proches de ce qui existe sur les Cherry MX Blue, ils permettent donc une frappe cliquante aussi nerveuse et rapide que bruyante – un style qui a de nombreux fans. Nous le testons plus en détail en page 30 de ce même numéro.

Les Souris et Claviers pour joueurs

Basiques mais efficaces

Roccat Kova [+] 50 €



Roccat a régulièrement amélioré ce modèle tout en gardant ce qui fait son intérêt : un poids très réduit (moins de 90 grammes) et une forme en sablier qui en fait une souris fine et étroite particulièrement adaptée à la prise fingertips (du bout des doigts) et aux joueurs qui doivent souvent soulever l'engin parce qu'ils jouent avec une faible sensibilité.

Logitech G100S 40 €



Une souris de grande marque performante, élégante et parfaitement adaptée au jeu vidéo, la nouvelle G100S de Logitech est tout indiquée pour ceux qui ne souhaitent pas claquer une fortune dans leur mulot. À ce prix-là, vous n'aurez pas de boutons sur la tranche, le seul luxe est un bouton de changement de la sensibilité à la volée, situé sous la molette.

Modèles bourgeois

Razer Taipan 75 €



L'un des meilleurs modèles de chez Razer, la Taipan est une belle et grosse souris entièrement dédiée au jeu vidéo avec son capteur laser à 8200 dpi et 9 boutons programmables via les excellents drivers Synapse. Elle est assez légère (95 grammes) et dotée d'un design ambidextre, ce qui en fait la plus passe-partout des souris de ce fabricant.

Roccat Kone Pure Optical 62 €



On gratte encore quelques euros sur cette version optique de la Kone, parfaite pour les utilisateurs n'ayant pas besoin du capteur laser des éditions plus coûteuses, comme la Kone XTD. Les plastiques sont agréables, l'ergonomie est impeccable, bref, c'est un très bonne souris de luxe vendue à un tarif très correct.

Logitech G502 80 €

Le tout dernier modèle de Logitech (en test détaillé dans ce numéro) est beau comme une batmobile, avec des formes anguleuses agressives et une ergonomie toujours irréprochable. C'est une souris pour ceux qui aiment avoir un engin lourd et solide dans la main. La roulette, crantée ou libre, est très agréable. Les 4 boutons sur la tranche sont bien placés. Et les drivers Logitech se sont nettement améliorés.



Les souris Biactol

Logitech G600 75 €



Pour les joueurs de MMO et de MOBA qui souhaitent absolument disposer d'un grand nombre de boutons auxquels ils assigneront des macros vicieuses, la G600 est le choix incontournable. Le flanc gauche de ce mulot lourd et massif abrite pas moins de 12 boutons, rétroéclairés et offrant un relief particulier qui les rendent facilement identifiables par le pouce.

Razer Naga Hex 68 €

La Naga Hex semble arriver en fin de vie, vous pouvez désormais la trouver à moins de 70 € un peu partout. L'occasion de mettre la main sur une souris très moche, mais disposant des clics latéraux les plus agréables à utiliser, avec une disposition en quinconce très ergonomique et un "clic" mécanique très satisfaisant.



Périphériques de jeu vidéo

Les jeux d'action et de sport

ENTRÉE DE GAMME — 30 €

Contrôleur Xbox 360 pour Windows



Le contrôleur filaire basique de la Xbox 360 reste toujours le meilleur gamepad actuel. Son ergonomie est irréprochable et il est reconnu en standard par l'immense majorité des jeux. Indispensable pour tous les titres de sport ou d'action à la *Watch_Dogs*.

MILIEU DE GAMME — 50 €

Contrôleur Xbox One pour Windows



Microsoft vient juste de sortir les drivers Windows permettant d'utiliser l'excellent pad Xbox One officiel sur PC. Plus ergonomique et mieux construit que son petit frère Xbox 360, c'est le modèle à choisir si le budget n'est pas un problème. Attention toutefois, le fonctionnement sans-fil n'est pas implémenté (Microsoft pourrait sortir prochainement un dongle spécial). En attendant, vous devrez acheter séparément un câble micro-USB (mâle) vers USB (mâle) pour connecter le contrôleur au PC.

Les simulateurs de vol

ENTRÉE DE GAMME — 42 €

Thrustmaster T.16000M

Pas besoin de claquer des fortunes pour accéder au simulateur de vol, un simple joystick comme le T.16000M permet déjà de piloter dans d'excellentes conditions grâce à sa manette des gaz et son axe de palonnier par torsion du manche. Ses senseurs à effet Hall devraient lui garantir une bonne durée de vie.

MILIEU DE GAMME — 170 €

~~**Saitek** X52 Pro~~



Nous sommes embêtés, nous n'avons toujours pas reçu de Saitek X-55 Rhino à la rédaction. Impossible donc de vous dire ce que vaut le nouveau modèle moyen de gamme de Saitek, vendu 20 euros de plus que le vieil X-52 Pro qui est en train de disparaître du catalogue. Du coup, nous vous conseillons d'attendre les premiers retours sur le X-55 avant d'envisager l'achat. Nous espérons bien l'avoir pour le prochain numéro.

180 €

TrackIR 5



Après le rachat d'Oculus par Facebook, l'avènement de la réalité virtuelle comme on l'espérait prend un petit coup dans l'aile. Du coup, le TrackIR 5 devrait garder toute son utilité dans les années à venir, puisqu'il reste le seul moyen pratique de contrôler la vue dans les simulateurs de vol et autres jeux de course. Indispensable pour les utilisateurs sérieux, qui regretteront quand même de ne toujours pas voir baisser le prix de cet engin.

HAUT DE GAMME — 330 €



Thrustmaster HOTAS Warthog

Le Warthog, la Rolls du joystick PC, reprend son prix habituel après les promos du trimestre précédent. Cela reste un joystick absolument incroyable, tout en métal et en solidité. Un investissement sur une décennie qui se justifie tout à fait pour les gros utilisateurs de simulateur de vol exigeants comme *IL-2 Sturmovik*, *DCS*, *Falcon 4.0*, etc.

Les jeux de course

MILIEU DE GAMME — 230 €

Logitech G27

Petite baisse de prix ces temps-ci pour le G27 que vous trouverez parfois, au gré des promos, à 230 €. Ultra populaire, le G27 est reconnu en standard par tous les jeux de bagnole du marché. Il abrite un moteur Force Feedback puissant, un pédalier à trois axes (accélérateur, frein, embrayage), des palettes derrière le volant pour passer les vitesses façon F1 et un levier séquentiel pour le style GT.



HAUT DE GAMME — 400 €

Thrustmaster T500 RS GT



Un volant à ce prix-là, forcément, ça ne se justifie que pour les gros pratiquants de jeux de course, *Project CARS*, *iRacing* et autres *Assetto Corsa*. Le T500RS est un énorme engin solide, avec un moteur Force Feedback de char d'assaut et un pédalier en métal qui pèse une tonne. Dans l'idéal, rajoutez-lui son volant Formule 1 (130 €, avec des palettes qui suivent les mouvements du volant) et pourquoi pas un siège baquet prévu pour l'accueillir (vendu dans les 400 €…). Vous aurez alors l'installation ultime du pilote virtuel (et un découvert bancaire).

> SSD

Plextor M6e 256 Go

Prix : 250 €



Les SSD au format PCI Express ne sont pas légion et c'est pour cette raison que nous avons accepté la proposition de Plextor de tester son nouveau M6e, un modèle PCI Express 4x. Une fois la chose arrivée au labo, première surprise : il s'agit en réalité d'un SSD au format M2 (le remplaçant du Mini PCIe) monté sur une simple carte adaptatrice M2 -> PCIe. Le stockage est assuré par 8 puces Toshiba MLC gravées en 19 nm contenant chacune 4 dies de 8 Go, soit un total de 256 Go. Le tout est contrôlé par une puce Marvell 88S9183. Il est étonnant que Plextor ait utilisé ce contrôleur PCIe 2x alors que Marvell propose aussi le 88S9293 qui, lui, est compatible 4x. Le débit des puces explique probablement ce choix : une interface à 1 Go/s était sans doute suffisante. Le M6e est compatible AHCI et fonctionne donc sans problème avec toutes les cartes mères sans pilotes, qu'elles soient dotées d'un BIOS ou d'un UEFI. Un bon point. Les débits séquentiels obtenus sont très bons : 750 Mo/s en lecture et environ 550 Mo/s en écriture. En revanche, comme toujours, nous n'avons pas pu noter une différence significative dans des applications grand public par rapport à un Samsung 840 Evo classique. Seuls les très très rares utilisateurs qui exigent un débit supérieur à 500 Mo/s (encodage brut d'un flux 4k par exemple) trouveront un intérêt au M6e. Pour les autres, son prix beaucoup trop élevé – le double d'un 840 Evo 256 Go ! – le condamnent d'office. De même, pourquoi diable avoir utilisé un PCB aussi volumineux pour la carte d'interface alors que 60 % de sa surface est vide ? Sans compter que le boulon qui maintient la carte M2 semble affleurer au-delà des limites mécaniques de la norme PCI Express sur l'arrière de la carte !

2/10

> Lotion

Gamer Grip

Prix : 15 €

Chez *Canard PC Hardware*, on achète une bonne partie du matos que nous testons. Cela nous donne un avantage par rapport à nos confrères : à force de traîner sur les sites de vente en ligne pour trouver le meilleur prix, on découvre des choses insolites qui méritent un essai. Tenez, chez LDLC par exemple, on trouve le Gamer Grip, une "Lotion Anti-Transpiration pour Gamers". En supprimant toute moiteur inconvenante, elle augmenterait votre MaDzSkillZ à *Counter-Strike* grâce à une meilleure adhérence entre votre main et la souris. Si. Sceptiques en diable, nous ne pouvions décemment passer à côté du test qui s'impose. Le Gamer Grip se présente donc sous la forme d'un tube de 60 ml. La solution est en fait conçue par la société américaine Active Solution basée dans le New Jersey, et vendue à l'origine sous le nom Tite Grip. Le tube destiné aux joueurs est un packaging spécial distribué par une autre société : eSport Unlimited. Le produit se présente sous la forme d'une lotion rosâtre à la consistance assez liquide dont l'odeur mentholée fait immédiatement penser à un chewing-gum Hollywood. Nous testons la chose, persuadés qu'il ne s'agit là que d'un produit bidon de plus. Grave erreur. Le Gamer Grip fonctionne épouvantablement bien. À peine vos mains en sont-elles recouvertes que la plus petite molécule d'eau disparaît. Les paumes deviennent tellement sèches qu'on s'étonne de ne pas y voir apparaître instantanément des crevasses et autres gerçures. Une fois les sucs et autres malpropretés graisseuses de votre souris convenablement nettoyés, il faut avouer que la liaison s'avère parfaite… même si la sensation n'est pas franchement agréable. Au final, impossible de savoir si votre skill dans les jeux vidéo s'en verra amélioré, mais l'excuse de la souris-qui-glisse perdra clairement toute crédibilité.



7/10

> Clavier

Razer Blackwidow Ultimate 2014

Prix : 140 €





Bienvenue dans notre 11 492e test de clavier mécanique. Les fabricants en sortent à la chaîne, ce qui n'est pas étonnant vu que ce genre de périphérique est devenu un accessoire totalement fashion chez les joueurs. Cette nouvelle édition du Blackwidow est la première à abriter les tout nouveaux switchs mécaniques fabriqués par Razer. Ou plus exactement, par un sous-traitant chinois, Kaihua, qui produit des copies de switchs Cherry depuis plusieurs décennies. Les contacteurs Razer Green équipant le modèle que nous avons testé sont l'équivalent des Cherry MX Blue, et offrent donc des sensations de frappe agréables (pour ceux qui aiment le toucher mécanique) doublées d'un cliquetis aigu très prononcé qui rend l'appareil quasiment inutilisable dans certains endroits (bureau open space ou petit studio parisien partagé avec un conjoint...). Ces nuisances sonores sont probablement moins présentes sur l'autre version du clavier (Blackwidow à switch Razer Orange, dont le feeling est identique au Cherry MX Brown), mais nous n'avons pas pu tester cette version, ni même en trouver une chez les revendeurs en ligne habituels.

Pour le reste du clavier, rien à redire. Le Blackwidow a été amélioré par Razer au fur et à mesure des éditions pour devenir un beau bloc robuste, avec une coque en plastique mat qui donne une excellente impression de solidité. Le rétro-éclairage à l'intensité finement réglable est magnifique (en vert ; on l'aurait préféré en bleu). Les prises USB et jack (casque et micro) sont très pratiques, la police de caractère utilisée sur les touches est du plus bel effet, bref, voici un beau clavier mécanique haut de gamme, avec en prime d'excellents drivers qui permettent d'assigner des macros à n'importe quelle touche. Un modèle à considérer si vous êtes sur le marché pour du mécanique haut de gamme et que vous n'avez peur ni du prix-coup de bambou, ni des clics générés par les switchs.

8/10

> Souris

Logitech G502

Prix : 80 €



Après la G500 (qui n'est plus en rayon) et sa version améliorée G500S (toujours en vente autour des 60 €), Logitech continue de retoucher son modèle phare avec la G502. De l'extérieur, elle n'a plus grand-chose à voir avec ses petites sœurs, adoptant un style plus anguleux, plus agressif, plus "Razerien" pourrait-on dire, mais le relooking est réussi. Sur la face supérieure, on trouve deux larges boutons en plastique doux, offrant un clic tactile très agréable, et une grosse molette bien stable qu'un poussoir, situé en dessous, permet de faire passer du mode "roue libre" au mode cranté. Un quatrième bouton permet de changer la sensibilité à la volée (de 2000 à 12 000 DPI, un nouveau record inutile). Sur la tranche gauche se situent quatre boutons programmables plutôt bien placés ainsi qu'une ailette pour laisser reposer le pouce. Les deux flancs de l'engin sont recouverts d'un revêtement antidérapant. Déjà bien en chair (près de 165 g sur notre balance), la G502 peut encore gagner du gras en ouvrant un clapet magnétique sous l'engin et en y fourrant des chevrons lestés.

Au quotidien, la G502 s'est révélée très agréable, quoiqu'un peu lourde pour une prise "bout des doigts" ou pour ceux qui jouent avec des sensibilités très faibles et doivent soulever régulièrement la souris. Les drivers Logitech s'améliorent régulièrement et commencent enfin à atteindre le niveau de ceux de Razer ou Roccat. Tous ces points font de la G502 une bonne souris Gaming, solide et ergonomique, comme Logitech sait les faire, mais son prix est peut-être un peu élevé pour un modèle finalement très classique. À 60 euros par exemple, elle mériterait bien 9/10.

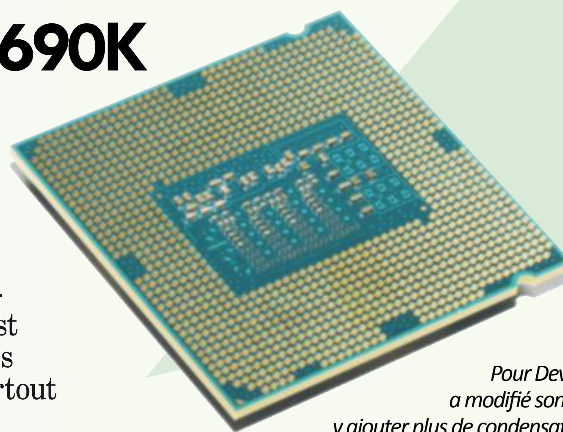
8/10

> CPU

Core i7 4790K / Core i5 4690K

L'Haswell du diable

D'abord, la version officielle : la génération *Broadwell* (14 nm) qui devait succéder à *Haswell* (22 nm) a pris du retard et pour patienter, Intel vous propose les déclinaisons *Devil's Canyon* dédiées à l'overclocking. L'histoire "sonne" plutôt bien mais la réalité est plus complexe : non seulement ces puces étaient prévues avant que *Broadwell* ne soit en retard, mais il s'agit surtout pour Intel de laver un affront vieux de dix ans…



Pour Devil's Canyon, Intel a modifié son packaging pour y ajouter plus de condensateurs. L'objectif ? Stabiliser le courant pour obtenir un meilleur overclocking.

Les roadmaps envoyées début 2013 par Intel à ses partenaires commerciaux étaient claires : au deuxième trimestre 2014, les CPU *Boadwell* – déclinaison gravée en 14 nm des puces *Haswell* – seraient disponibles tout comme les chipsets *Lynx Point* pour les accompagner. Nous y sommes. Si les *Lynx Point* sont bien arrivés sous la forme du Z97, *Broadwell* a pris du retard au point d'être désormais planifié pour la toute fin de l'année. L'idée de "patienter" avec une puce intermédiaire (toujours basée sur *Haswell* mais optimisée pour l'overclocking) est séduisante mais elle ne correspond pas exactement à la réalité. En fait, l'arrivée de ces puces *Devil's Canyon* devait à l'origine être concomitante avec le lancement de *Broadwell*. Il s'agissait pour Intel de faire passer la pilule au regard des très mauvaises capacités d'overclocking des puces 14 nm. Techniquement, *Devil's Canyon* est constituée d'un *die* (morceau de silicium) *Haswell* tout à fait classique ; les seules différences se situent au niveau de l'alimentation électrique interne (mieux filtrée et dispatchée différemment sur le package) ainsi que du contact entre le *die* et l'IHS, la plaque métallique qui fait le contact avec le ventirad. Ce joint était constitué d'une vulgaire pâte thermique depuis trois ans et a simplement été remplacé par un polymère plus efficace.

Le cahier des charges des ingénieurs qui ont conçu *Devil's Canyon* était simple : sans rien changer au cœur, faire en sorte qu'Haswell puisse atteindre 5 GHz sans passer par un refroidissement extrême type azote liquide. Et autant ne pas faire durer le suspense : le résultat est mitigé. Certes, la température moyenne à fréquence égale est en baisse d'un bon 10°, mais les résultats obtenus ne sont pas vraiment supérieurs à ceux d'un 4770K classique : l'échantillon de Core i7 4790K que nous a fourni Intel a atteint les 4.9 GHz avec un watercooling Corsair H100i (sous réserve de pousser la tension à 1.38 V) et 4.7 GHz avec un "simple" Noctua NH-U12S. C'est à peine 150 MHz de mieux que sur le 4770K. Il ne s'agissait toutefois pas d'un modèle standard mais d'un *Engineering Sample* (ES), ce qui ne devrait toutefois pas changer grand-chose au final. À noter que les *Devil's Canyon* sont compatibles également avec les cartes mères Z87 via une mise à jour de BIOS.
Mais ce n'est pas tout. Symboliquement, le Core i7 4790K représente aussi la fin d'une humiliation qui date de dix ans, quasiment jour pour jour. C'est en effet en juin 2004 que la décision d'annuler le Pentium 4 à 4 GHz a été prise. Depuis cet échec cuisant, Intel s'est toujours refusé de franchir la barrière des 4 GHz pour ses processeurs grand public. L'épisode avait été tellement traumatisant que l'idée même de continuer à parler de fréquence était insupportable ; la numérotation des modèles toujours utilisée aujourd'hui date d'ailleurs de cette époque. Jusqu'à présent, le Core i7 4770K ne dérogeait pas à la règle avec sa fréquence de 3.5/3.9 GHz. Le Core i7 4790K Devil's Canyon marque donc la fin du repentir : bien qu'il soit proposé au même prix que le 4770K, le gain proposé est très conséquent : +500 MHz ! La fréquence de base passe à 4 GHz contre 4.4 GHz en mode Turbo. On peut donc théoriquement en attendre un gain d'environ 15 %. Les tests que nous avons réalisés juste avant le bouclage de ce numéro montrent un boost de 11,5 % en pratique, ce qui est loin d'être négligeable par les temps qui courent. Pour le Core i5 4690K en revanche, c'est moins glorieux : les fréquences ne gagnent que 100 MHz par rapport au Core i5 4670K précédent. Cette hausse très (trop) modeste s'explique par un problème de segmentation des gammes : en montant plus haut, ils auraient directement concurrencé les premiers Core i7.



Notre avis Une fois n'est pas coutume, Intel abandonne son éternel conservatisme : la barrière des 4 GHz est désormais franchie en tant que fréquence de base sur une puce grand public ! Il fallait bien ça pour laver une humiliation vieille de dix ans. Le Core i7 4790K est à l'évidence une upgrade très intéressante par rapport au 4770K. Sans même parler des optimisations (somme toute mineures) dédiées à l'overclocking, les 500 MHz supplémentaires représentent un gain conséquent. Mieux : le 4790K remplace son prédécesseur au même prix et s'avère finalement compatible avec les cartes mères de la génération "8" (Z87, etc.). À l'inverse, le Core i5 4690K manque d'ambition ; les 100 MHz gagnés – certes à tarif égal – ne peuvent provoquer le même enthousiasme…

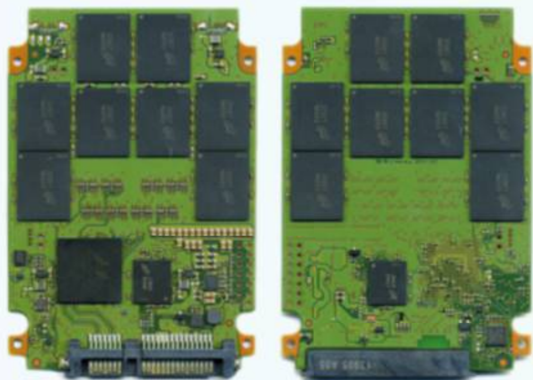
Core i7 4790K : 9/10

Core i5 4690K : 6/10

> SSD

Crucial M550 1 To

Prix : 450 €





Si les progrès en matière de CPU ou de GPU ne sont plus aussi impressionnants qu'avant, il existe un domaine où la technologie continue de progresser à vitesse grand V : les SSD. Le premier modèle qui est arrivé au labo date de 2007. Il s'agissait d'un Mtron de 16 Go payé à l'époque aux alentours de 450 €. Aujourd'hui, pour le même prix, des modèles de 1 To dix fois plus rapides sont disponibles ; les prix sont donc passés de 30 €/Go à 0,45 €/Go en sept ans ! Les deux premiers constructeurs à avoir proposé des modèles de 1 To à moins de 500 € sont Samsung et Crucial. Chez *Canard PC Hardware*, on aime bien Micron/Crucial : le constructeur est à l'origine de changements majeurs et bénéfiques dans le monde des composants PC – on lui doit en particulier la disparition de l'infâme RAM noname – mais surtout, il fait partie des rares à ne jamais avoir transigé avec la qualité. Mais revenons à notre M550. Il est basé sur un contrôleur Marvell 88SS9189 épaulé par 1 Go de LPDDR2 en guise de cache. Sur le modèle de 1 To, on trouve 16 puces de Flash MLC, chacune contenant 4 dies de 16 Go gravés en 20 nm. L'endurance de l'ensemble est donnée à 72 To, soit environ 66 Go/jour sur une durée de trois ans. C'est énorme en utilisation courante et ce chiffre est très conservateur ; en réalité, il faudrait écrire plusieurs centaines de To avant qu'un éventuel problème d'usure survienne. Ces 72 To sont toutefois supérieurs aux 55 To garantis par Samsung sur le 840 EVO de capacité identique. Côté performances, pas de surprise : les débits séquentiels en lecture/écriture saturent presque l'interface SATA 3, soit environ 500 Mo/s. En pratique, nos tests habituels qui consistent à chronométrer le temps nécessaire à l'exécution d'une batterie de tâches courantes ne permettent pas de distinguer les deux modèles ; sur environ 25 minutes, l'écart est inférieur à 10 secondes. Il se situe toutefois parmi les meilleurs SSD que nous avons eus entre les mains. Le gain par rapport au M500 960 Go est conséquent. Enfin… si l'on peut parler de "conséquent" pour un gain de 35 secondes sur près d'une demi-heure. En conclusion, si votre budget le permet et que vous n'avez plus envie de vous soucier des problèmes de place sur votre SSD, le M550 1 To représente le modèle idéal. Vous pourrez même le trouver à moins de 400 € lors de certaines promos…

9/10

> SSD

Asus Hyper Express

Prix : 50 € ?

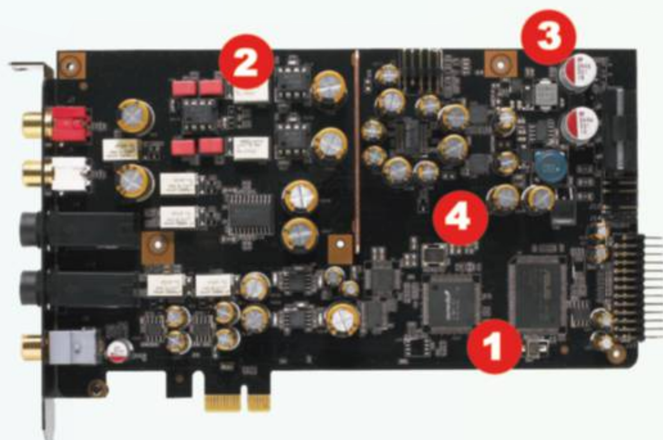
Dans le dernier numéro, nous vous parlions du SATA Express qui cumulait selon nous tous les avantages : protocole PCI Express éprouvé et sans royalties, rétrocompatibilité avec le SATA, performances intéressantes, etc. Le lancement des cartes mères Z97 a entamé la démocratisation de cette interface bien que tous les fabricants ne lui accordent pas la même importance : si Asus pousse le SATA Express largement, MSI fait la fine bouche et ne semble pas s'y intéresser outre mesure. Pourtant, les premiers modèles commencent à apparaître. Si l'arrivée d'un disque dur Western Digital peut faire sourire, des solutions à base de SSD capables d'exploiter le Go/s disponible sont dans les starting-blocks. Asus – toujours lui – nous a ainsi prêté un prototype de son "Hyper Express". Il s'agit d'un boîtier 2.5" compatible SATA Express et qui intègre deux SSD MSATA fonctionnant en RAID grâce à un contrôleur ASMedia ASM1062R. Les tests effectués sur une carte mère Z97 commerciale montrent des performances d'environ 750-800 Mo/s en lecture comme en écriture, ce qui lui permet de concurrencer les solutions PCI Express. Sachant que deux SSD mSATA de 128 Go coûtent aujourd'hui environ 150 €, si le boîtier Hyper Express ne dépasse pas les 50 €, il pourrait s'agir d'une bonne affaire….



> Carte Son

Asus Essence STX II

Prix : 220 €





L'essence STX d'Asus est notre carte son haut de gamme préférée depuis son lancement en 2009. Ses performances constituent une référence en matière de restitution audio autrefois réservée aux cartes "pro" à plus de 1 000 €. Cinq ans plus tard, le taïwanais annonce une nouvelle révision disponible en deux versions : la STX II classique et la STX II 7.1 qui inclut une carte fille secondaire avec des sorties supplémentaires. C'est la première version que nous allons tester. Le moins que l'on puisse dire, c'est que les différences avec la STX originale sont TRÈS faibles. On retrouve toujours le chipset AV100 et le DAC PCM 1792 de Ti. Le seul changement visible immédiatement est le remplacement du bridge PCIe -> PCI qui sert à interfacer l'AV100, une puce PCI. Le PLX PEX8112 devient un ASM1083 **(1)**, ce qui n'a théoriquement strictement aucune influence sur les performances audio. Les AOP (toujours sur socket) changent aussi : les JRC 2114D se voient remplacés par des MUSE 8920 **(2)**. Quelques condensateurs de filtrage **(3)** ont été modifiés et l'oscillateur de référence **(4)** est désormais un modèle contrôlé en température. Côté performances, soyons honnêtes : nous avons été incapables de distinguer la perfection de la perfection. Les mesures sont à la limite de la sensibilité des appareils et dans tous les cas plusieurs ordres de grandeur en deçà de ce que l'oreille humaine peut distinguer. Même en cherchant la petite bête, à part l'interface du driver toujours aussi cheap, nous n'avons pas pu mettre de faiblesse en évidence. Reste toutefois un problème : son prix. Alors que la STX classique se trouve encore pour environ 160 €, la version II coûte 40 % plus cher, soit 220 € ! Les modifications effectuées ne justifient objectivement pas cette différence de prix, ce qui explique notre note. À 160 €, la STX II aurait mérité 10/10 !

6/10*

** à 220 €*

+1 point par 15 € de moins

> Smartphone

LG G Flex

Prix : 450 €

Wow, un écran courbé ! La technologie, ma bonne dame, c'est quand même impressionnant. Samsung a ouvert le bal avec son Galaxy Round et quelques modèles de téléviseur, LG lui a emboîté le pas avec ce smartphone G Flex que nous avons eu l'occasion d'essayer une bonne semaine. Parlons d'abord des entrailles de l'engin. Avec un Snapdragon 800 quadri-cœur à 2,2 GHz, 2 Go de RAM et un GPU Adreno 330, le G Flex est parfaitement équipé pour tenir son rang de smartphone haut de gamme. Android 4.2.2 s'y ébroue sans le moindre ralentissement. Rien à redire sur la batterie (3500 mAh, du niveau de ce qu'offre son cousin le LG G2 par exemple), sur le poids relativement maîtrisé pour sa catégorie (moins de 180 grammes) ou encore sur la caméra 13 mégapixels. Reste la grande affaire de cet écran OLED 6 pouces en 1280x720, dont l'axe vertical est incurvé. Au déballage, c'est rigolo. La forme courbe permet de mieux tenir l'engin dans la main. On peut même mettre le téléphone sur une table et appuyer dessus pour qu'il s'aplatisse temporairement, démontrant la souplesse de l'écran, mais aussi de toute l'électronique et de la batterie. Les ingénieurs doivent être fiers comme des coqs. Par contre, à l'utilisation... Rien. La forme de l'écran n'a rien de révolutionnaire. On note certes un peu moins de reflets que sur un écran plat et le scrolling façon cylindre est marrant la première fois. C'est tout. Au bout de 5 minutes, le G Flex devient un téléphone tout ce qu'il y a de plus normal. Et l'on se met alors à remarquer deux défauts étonnants sur cet écran incurvé : une sorte de texture granuleuse présente en permanence, plus ou moins visible selon les couleurs de fond, ainsi qu'un phénomène de rémanence très marqué lorsque l'affichage se met à jour. La technologie ne semble donc être ni vraiment au point ni vraiment indispensable. C'est un peu embêtant.



5/10

HUMANOÏDE

À CONTRESENS SUR L'AUTOROUTE DE L'INFORMATION

NETFLIX EN FRANCE
TOUT SUR LE DÉBARQUEMENT D'UN TUEUR EN SÉRIE

L'HOMME SUR MARS
POURQUOI IL FAUT Y ALLER. POURQUOI NOUS N'Y ALLONS PAS

VAPORWARE
L'ESTHÉTISME DE LA CLOPE ÉLECTRONIQUE

NOUVEAU
#1

OUI, LES ÉTATS-UNIS VONT CONTINUER À VOUS ÉCOUTER

CE QUE SNOWDEN NOUS A APPRIS ET POURQUOI ÇA NE CHANGE RIEN

+
5 MERVEILLES DE L'IMPRESSION 3D
LE CHARME DÉSUET DU MISSILE INTERCONTINENTAL
TRANSFORMEZ VOTRE ENFANT EN INGÉNIEUR



www.humanoidemagazine.com

Plateforme AMD AM1

CPU et carte mère pour 60 €

AMD réagit à l'arrivée des Atom sur les PC de bureau avec une nouvelle plateforme : l'AM1. Destinée au marché "premier prix", elle se compose de Sempron et d'Athlon proposés entre 30 et 50 € ainsi que d'une série de cartes mères très économiques (30 €). Impossible de faire moins cher pour se construire une machine d'entrée de gamme ! Reste à savoir si les performances n'ont pas été trop rabotées....

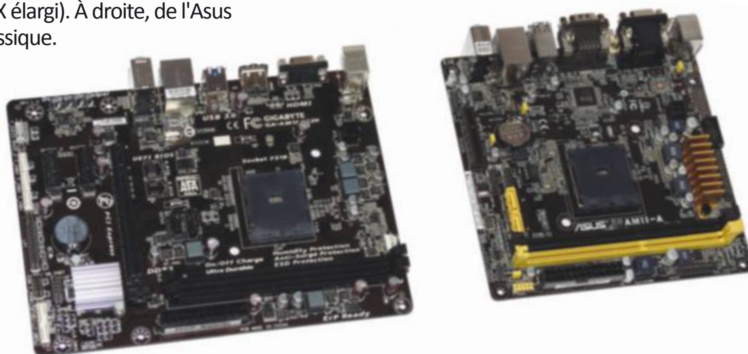


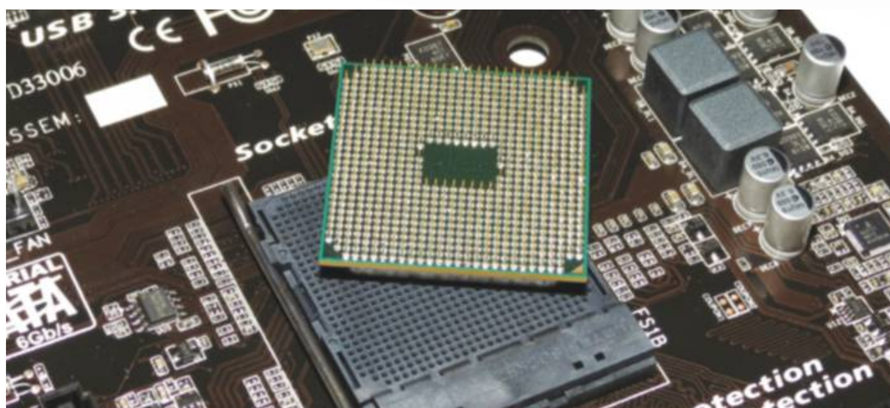
Trois processeurs AM1 et leur ventirad "stock" ultra-compacts."

Pour bien comprendre de quoi nous parlons, un retour historique s'impose. En 2011, AMD lance l'architecture *Bobcat*, conçue pour rivaliser directement avec les Atom d'Intel. Les premiers processeurs qui en sont issus consomment moins de 20W pour des performances en rapport, c'est-à-dire faibles. Ils disposent aussi d'un cœur graphique intégré minimaliste et sont principalement destinés aux netbooks et autres appareils mobiles. En 2013, AMD lance *Jaguar*, une amélioration de *Bobcat*. Cette nouvelle architecture offre des gains d'environ 15 % à fréquence égale et se décline en Dual- et Quad-Core. Les premiers processeurs sont les *Temash* (A4/A6-1000) et *Kabini* (E1-2000, E2-3000, A4/A6-5000) dont le succès n'a pas vraiment été foudroyant dans les PC portables. *Jaguar* est en revanche également à la base de l'APU qui équipe les consoles de nouvelle génération (Xbox One et PlayStation 4) dans une version 8-cœurs boostée aux hormones. La nouvelle plateforme AM1 dont nous allons parler aujourd'hui n'a en fait rien de révolutionnaire : il s'agit d'un APU de type *Kabini* basé sur l'architecture *Jaguar* mais qui fonctionne sur un nouveau socket, l'AM1. La plateforme AM1 est donc la réponse à l'Atom Bay Trail-D d'Intel que nous avons testé dans le dernier numéro. AMD annonce 4 modèles. Le moins cher est le Sempron 2650, un Dual-Core à 1.45 GHz doté de 1 Mo de L2. On trouve également trois déclinaisons Quad-Core équipées de 2 Mo de cache L2 : le Sempron 3850 (1.3 GHz), l'Athlon 5150 (1.6 GHz) et l'Athlon 5350 (2.05 GHz). Tous les quatre disposent d'un TDP de 25 W et embarquent un cœur graphique *Radeon R3* à une fréquence comprise entre 400 et 600 MHz. Pas vraiment de quoi casser des briques ou concurrencer les Core ix *Haswell*, mais suffisant sur le papier pour faire face aux *Bay Trail-D*.

AMD a veillé à proposer une plateforme très économique. Les APU Jaguar étant des SoC (*System On Chip*), ils intègrent le CPU, le GPU et le chipset, ce qui ne laisse que très peu de composants sur la carte mère. Celles-ci sont donc très simples et vendues aux alentours de 30 € en version Micro-ATX et surtout Mini-ITX. Elles disposent du minimum syndical en termes de connectivité même s'il y a tout de même quelques limitations : seulement 2 slots mémoire, pas de Dual Channel et un port PCI Express limité à 4x. D'un point de vue tarifaire toutefois, le contrat est donc rempli : la plateforme AM1 rivalise sans problème avec les Atom *Bay Trail-D* puisqu'un ensemble carte mère et processeur peut se trouver aux alentours de 60 €. Mieux, il est possible d'obtenir le premier Quad-Core pour 5 € de plus alors que chez Intel, cette option (J1900) se facture au moins 15 € (soit un total de 75 €). AMD propose donc la plateforme Quad-Core la moins chère du marché.

À gauche, une carte Gigabyte Micro-ATX (en fait Mini-ITX élargi). À droite, de l'Asus en Mini-ITX classique.





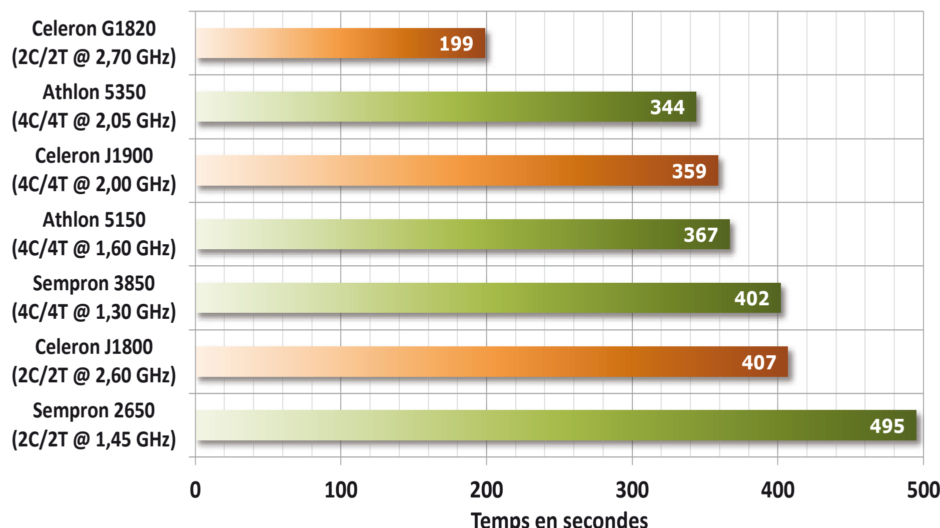
Le format physique du socket AM1 (FS1b) est nettement plus petit que le FM2 ou l'AM3 à cause de l'absence de Dual Channel.

Consommation

Nous avons comparé la consommation électrique des différentes plateformes. Avec un Atom J1800 (Dual-Core) soudé sur une carte mère Mini-ITX, on obtient entre 15 et 17 W à pleine charge. La version J1900 (Quad-Core) monte entre 22 et 24 W. Côté AM1, une carte mère Mini-ITX avec un Sempron 2650 (Dual-Core) consomme environ 25 W. Si on le remplace par un processeur Quad-Core, on atteint entre 32 et 38 W selon la fréquence. À titre de comparaison, un Celeron G1820 basé sur l'architecture Haswell avec sa carte mère H61 nécessite environ 40 W. En termes d'énergie, les plateformes AM1 d'AMD sont donc nettement plus gourmandes que les *Bay Trail-D* d'Intel.

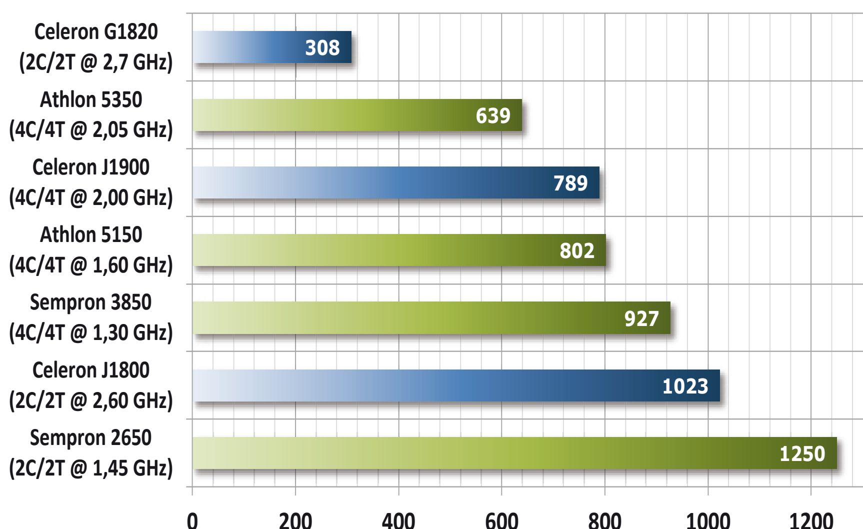
BENCHMARKS

***Applications** *Boot Windows, recherche email, scan antivirus, compression de fichiers, UnPAR, Javascript (temps additionnés)*



Pour tester ces plateformes, nous avons repris les benchmarks effectués dans le dernier numéro lors du test du J1800. Nous avons bien sûr intégré le J1900 disponible depuis. Les différents CPU AM1 d'AMD sont globalement compétitifs avec leurs homologues d'Intel. Malgré le manque de bande passante mémoire, l'Athlon 5350 parvient à égaler le Celeron J1900. Dans le bas du tableau par contre, le Sempron 2650 est vraiment à la peine face au J1800.On comprend aisément pourquoi : avec une fréquence de seulement 1.45 GHz contre 2.6 GHz pour le Celeron, difficile de faire des miracles. Dans tous les cas, il faut relativiser ces chiffres : le très modeste Celeron G1820 est quasiment deux fois plus rapide que les AM1 d'AMD ou les *Bay Trail* d'Intel !

*** Calcul** *Encodage H.264, Rendu 3D, calcul mathématique, Ray-Tracing (temps additionnés)*



Inutile de vouloir effectuer du calcul "lourd" avec ces processeurs, ni même de profiter d'un jeu vidéo un tant soit peu évolué. Toutefois, ces benchmarks permettent de mettre en évidence les avantages et inconvénients des deux architectures. Comme on le voit sur les résultats, l'Athlon 5350 parvient ici à surpasser de quasiment 20 % le Celeron J1900 pourtant cadencé à la même fréquence. Cela montre que l'architecture d'AMD est globalement plus efficace que celle d'Intel. Malheureusement, le manque de bande passante mémoire et les choix de fréquences trop faibles sur les autres modèles (2650/3850 et 5150) posent un réel problème de compétitivité sur les applications "classiques". Sans compter que l'efficacité (puissance/watts) des puces AM1 est moins bonne à cause d'une consommation plus élevée.

L'avis de la rédac'



Avec l'architecture Silvermont des *Bay Trail-D*, Intel avait promis la lune. Au final, ce fut surtout une déception tant l'écart avec les plateformes "classiques" d'entrée de gamme (Celeron Haswell) demeurait grand. AMD se lance désormais dans l'arène en déclinant ses SoC *Kabini* sous forme de puces amovibles. Concernant les résultats des tests, inutile de chipoter : vu le très faible niveau de performance de ces deux architectures dans l'absolu, on peut dire qu'elles sont comparables. Aucune ne se distingue largement de l'autre, que ce soit en termes de rapidité ou de consommation électrique. Alors laquelle choisir ? En fait, tout dépend de l'usage. S'il s'agit de construire un petit PC très économique pour des applications bureautiques/Internet de base, la plateforme AM1 d'AMD nous semble la plus cohérente. Elle est évolutive, le prix des cartes mères est très raisonnable et son circuit graphique intégré s'avère (un peu) plus rapide que sur les *Bay Trail*. Évitez tout de même les Sempron et en particulier le 2650 si vous le pouvez. Deuxième usage possible : un Mediacenter type Raspberry Pi aux hormones. Dans ce cas, la plateforme *Bay Trail* peut avoir son intérêt. Elle permet des formats plus compacts comme les tout récents NUC et s'accommode donc mieux d'un placement à côté de la TV. Si toutefois les contraintes de place vous sont égales, l'AM1 peut également faire l'affaire. Dans tous les cas, n'oubliez pas une chose : pour 40 € de plus, vous pouvez obtenir une carte mère Mini-ITX H81 et un Celeron G1820 qui s'avérera beaucoup plus rapide tout en consommant à peine plus !

La fiabilité en question

Enquête sur un sujet tabou

Garanties, taux de retour, SAV, obsolescence programmée…



Si le prix et les performances sont des critères prépondérants lors du choix d'un nouveau produit, la fiabilité demeure une préoccupation majeure pour les acheteurs. Malheureusement, elle est quasiment impossible à évaluer, l'ensemble de la chaîne commerciale ayant tout intérêt à dissimuler cette information afin de ne pas brider les ventes. Pire encore, le rapport des fabricants à la fiabilité se modifie : les centres de R&D – qui ont longtemps cherché à l'améliorer – sont parfois tentés de la réduire artificiellement afin de provoquer un renouvellement artificiel. Nous avons longuement enquêté sur l'obsolescence programmée, les pannes, taux de retour et SAV des composants et produits high-tech afin d'en savoir plus. Les chiffres que nous dévoilons ici sont exclusifs et mettent en lumière les lacunes de certains matériels en termes de fiabilité.

La concurrence fait rage et pour chaque type de produit, il existe des dizaines de modèles différents que l'acheteur potentiel va chercher à différencier. Le recours au fameux "rapport qualité/prix" sera quasi-systématique afin de faire le bon choix. Et quoi de plus normal ? Personne ne souhaite acheter une patraque hors de prix et aucun acheteur (à part un fan d'Apple) ne choisira un produit de la marque X s'il peut trouver mieux chez Y pour moins cher. Il est donc tout à fait logique que les vendeurs mettent systématiquement en avant – et quelles que soient les circonstances – le sacro-saint rapport qualité/prix : "*Oui c'est cher, mais rendez-vous compte : 6000 watts dans le coffre !*", "*Cet iPod à 10 € n'accepte que les MP3 de Benjamin Biolay, mais pour ce prix, vous ne trouverez pas mieux !*" Rapport qualité/prix toujours. C'est d'ailleurs aussi vers cet idéal que tous les testeurs de matériel sérieux tentent de vous orienter. Mais voilà : si le prix est un concept très clair, parfaitement identifiable et facilement comparable, il n'en est pas de même de la notion de "qualité". Comment la définir exactement ? Beaucoup sont tentés de faire le raccourci qualité = performances. C'est parfois vrai pour les composants basiques comme les processeurs mais dans la plupart des cas, la qualité ne se résume pas uniquement aux performances. Qui voudrait par exemple d'un ampli audio haut de gamme qui délivre certes un excellent son, mais dont les plastiques sont mal assemblés et dont le bouton se détache à la première utilisation ? Personne. L'autre point primordial lorsque l'on tente de définir la qualité est la fiabilité. Tout comme dans l'exemple précédent, aucun acheteur ne voudrait d'un produit peu fiable qui rende l'âme systématiquement le lendemain de l'expiration de la garantie. Or, s'il est possible de s'assurer de la qualité des plastiques ou de la solidité d'un bouton, évaluer la fiabilité d'un matériel est mission impossible.

Chape de plomb. Pourtant, les outils existent : beaucoup de fabricants effectuent par exemple des tests de vieillissement accéléré sur leurs produits et établissent un MTBF (*Mean time between failures* – Temps moyen entre deux pannes) qui donne une idée de la durabilité. Mais rares sont ceux qui publient le résultat. En fin de compte, l'information la plus intéressante serait que les fabricants communiquent directement les taux de panne réels au cours de la durée de vie d'un produit. Mais il s'agit évidemment d'une utopie : aucun constructeur n'est prêt à assumer la mauvaise publicité d'un défaut de fiabilité et la tentation du mensonge serait bien trop grande. Alors comment savoir ? Sur Internet, il existe très peu de données fiables et diffusées régulièrement. À vrai dire, la publication biannuelle par le site *hardware.fr* des taux de pannes constatés chez le revendeur LDLC est quasiment la seule source d'information vérifiée au monde… et c'est regrettable. Dans l'écrasante majorité des cas, les revendeurs préfèrent cacher l'information à leurs clients pour ne pas risquer de perdre des ventes. Pourtant, un taux de panne important n'est pas non plus dans l'intérêt du commerçant : les marges sur le matériel sont globalement faibles et la gestion d'un SAV fait perdre à l'enseigne une bonne partie du bénéfice. L'information reste malgré tout sensible et les fabricants cherchent à tout prix à la dissimuler. Depuis peu, une nouvelle pratique apparaît : Corsair par exemple ajoute un flyer orange fluo dans certains de ses produits afin de mettre en garde l'acheteur ; en cas de panne, il convient de le renvoyer directement chez le constructeur sans passer par le revendeur…

> Logique qu'on mette systématiquement en avant le sacro-saint rapport qualité/prix... mais comment définir la qualité ?

Investigations. Obtenir des données statistiques sur les taux de pannes n'a pas été une mince affaire. Nous avons d'abord dû chercher où se situaient les intermédiaires disposant de ces chiffres. Les gros revendeurs sont évidemment les premiers concernés et l'un d'eux a finalement accepté de nous laisser voir ses données SAV. Cela nous a permis d'établir des statistiques précises sur un très grand nombre de produits grâce à un logiciel développé pour l'occasion. Ensuite, nous avons pu localiser deux importants centres de réparation européens. Le premier est situé dans un pays proche de la France ; il s'agit d'un sous-traitant chargé du SAV des portables et des smartphones de plusieurs grandes marques. Le second est plutôt spécialisé dans les composants (cartes graphiques, cartes mères, etc.) et localisé dans un pays de l'Est ; lui aussi est multimarque. Si aucun des deux n'a pu nous fournir les marques et modèles concernés pour des raisons de confidentialité, nous avons obtenu une liste détaillant le type de panne rencontrée. Cela nous a permis d'établir des statistiques afin de déterminer le genre de problèmes qui surviennent le plus souvent sur les composants et sur les appareils mobiles. De quoi savoir où il faut regarder pour évaluer la fiabilité à l'avenir !



Obsolescence programmée

Entre fantasme et réalité

Les problèmes de fiabilité sont normalement liés à des facteurs hasardeux, par définition difficiles à prévoir. Pourtant, il se murmure que les fabricants pourraient limiter artificiellement la durée de vie de leurs produits afin d'entraîner de nouvelles ventes. Beaucoup imaginent par exemple un petit composant implanté au cœur d'un appareil qui serait spécialement conçu pour rendre l'âme à la minute où la garantie expire. La réalité est en fait bien plus complexe : oui, l'obsolescence programmée existe, mais probablement pas comme on l'entend généralement. Ses causes sont en fait multiples et impliquent souvent l'ensemble de la chaîne commerciale, acheteur compris...

L'obsolescence programmée est un concept fourre-tout dont les définitions sont multiples. Toutefois, quelle que soit la façon dont un fabricant va tenter de restreindre la durée de vie de son produit, l'objectif sera toujours le même : générer de la croissance. En guise de préambule, il est indispensable d'aborder la situation économique mondiale car elle est à la base du problème. La totalité des politiques de tous les pays développés n'a qu'un seul mot à la bouche : la croissance. Sans elle, le déficit augmente, le chômage explose et l'État perçoit moins d'impôts… sans compter que la réélection devient plus compliquée. Qu'ils soient de droite ou de gauche, les programmes politiques sont entièrement tournés vers la sacro-sainte croissance. L'économie mondialisée n'est tout simplement pas faite pour s'accommoder d'une stagnation et encore moins d'une décroissance, sous peine de se gripper. Pour survivre sur ce marché ultra-concurrentiel, il faut donc produire et vendre toujours plus. Et pas de pitié pour ceux qui échouent, quand bien même feraient-ils des bénéfices. Prenons par exemple le cas de SFR, une grosse entreprise très bien implantée en France qui a gagné (bon an mal an) plusieurs milliards d'euros sur les cinq dernières années. Baste ! Pour un stratège financier, tout cela ne vaut pas grand-chose : le marché français du mobile et de l'ADSL est désormais arrivé à saturation et les perspectives de croissance sont presque nulles. L'intérêt du groupe SFR dans ces circonstances s'est ainsi largement amenuisé au point que Vivendi (sa maison-mère) a décidé de refourguer le bébé à Numéricable pour se concentrer sur d'autres "*vecteurs de croissance*". Bon débarras ! L'important n'est donc pas de vendre ou même de gagner de l'argent, l'important est de croître. Et vite. Dans ces conditions, lorsque l'on évolue sur un marché saturé comme celui de la téléphonie mobile ou de l'informatique, il est indispensable de planifier très précisément le cycle de vie de ses produits pour ne pas souffrir d'une croissance nulle. La nouveauté – fut-elle artificielle – est donc plus qu'importante : elle est vitale.

Gare aux mythes ! Cela signifie-t-il pour autant que certains fabricants réduisent volontairement la durée de vie de leurs appareils en plaçant une sorte de bombe à retardement interne ? C'est très improbable. Non seulement cela serait suicidaire pour l'image de marque, mais surtout, cela se révèle aujourd'hui parfaitement inutile. Une explication s'impose. Pour mieux comprendre, il est important d'aborder tout de suite le mythe de l'obsolescence programmée "technique" telle que fantasmée la plupart du temps. Le cas d'école quasi systématiquement cité en exemple remonte au début du siècle dernier avec le fameux "cartel Phœbus" ou "cartel de l'ampoule". Ce consortium des principaux fabricants d'ampoules de l'époque (Philips, Osram et General Electric) aurait comploté pour limiter artificiellement la durée de vie à 1 000 heures maximum ; des ampoules éternelles n'étant évidemment pas compatibles avec le business. Cette histoire s'est amplifiée depuis la diffusion en 2010 par Arte d'un documentaire ("*Prêt à jeter*") sur le sujet. Elle est désormais reprise un peu partout – en particulier sur Wikipédia – au point d'être considérée comme parole d'évangile. Pourtant, il est probable qu'il s'agisse en réalité d'une légende. Il ne fait aucun doute que le cartel Phœbus a bien existé, mais son principal objectif était une "simple" entente sur les prix au niveau mondial. Une enquête très complète a été menée par l'Autorité de la concurrence anglaise dans les années 50 et s'est terminée par de lourdes sanctions financières. Le volumineux rapport qui a conduit à la condamnation du groupe pour pratiques anticoncurrentielles est disponible en ligne. Son investigation portait aussi sur les allégations au sujet des "1 000 heures" et le verdict est clair : elles sont fausses. Ce chiffre est même considéré par les experts de l'époque comme le meilleur compromis pour les consommateurs entre la luminosité, le rendement électrique et la durée de vie pour une ampoule standard. Il n'existe aucune trace ni aucune preuve datant de cette époque et affirmant l'inverse. En conséquence, on peut douter que ce premier exemple d'obsolescence programmée "directe" ait réellement existé.

Révélation : nous sommes les principaux responsables de l'obsolescence planifiée

Bullshisme. L'autre exemple généralement cité depuis la diffusion de "*Prêt à jeter*" pour illustrer l'obsolescence programmée concerne l'invention des bas-nylons par la société Dupont de Nemours dans les années 40. Si l'on en croit le film, les premiers exemplaires étaient tellement résistants que les consommatrices n'avaient plus besoin d'en racheter de nouveaux. Les ventes reculèrent de manière inquiétante au point que la société dut finalement se résoudre à trafiquer chimiquement les bas-nylons afin

L'ampoule qui brille toujours. Pour prouver leurs allégations, les partisans du cartel Phœbus citent souvent le cas d'une ampoule fabriquée avant la soi-disant entente des "1 000 heures" et qui fonctionnerait toujours. Le sous-entendu est clair : sans les méchants industriels qui organisent l'obsolescence technique programmée, les ampoules dureraient 100 ans ! En réalité, il s'agit là aussi d'un fantasme. L'ampoule de Livermore brille effectivement depuis 1901, mais dans des conditions qui n'ont rien à voir avec un fonctionnement normal. Tout d'abord, elle est basée sur un filament de carbone dont la résistance a considérablement augmenté avec le temps : de 240 ohms à l'origine (60 W), il atteint maintenant 3 600 ohms (4 W) au point que la lumière produite ne représente plus que 0,3 % de celle de départ. Sa couleur rougeâtre montre également que la température du filament est désormais plus froide, ce qui démultiplie la durée de vie. Enfin, l'ampoule est alimentée par un circuit électrique régulé depuis 40 ans afin de limiter les surtensions et les coupures de courant. À ce rythme, nul doute qu'elle pourrait encore briller pendant 100 ans.





Les batteries Apple. Il existe probablement quelques rares exemples concrets d'obsolescence technique programmée implémentée par des fabricants peu scrupuleux, mais nous n'en connaissons aucun qui soit réellement vérifié. La pratique qui s'en rapproche le plus est celle initiée par Apple avec les batteries des iPod/iPhone/iPad. Si l'on peut comprendre que l'ogre de Cupertino ait décidé de rendre ses batteries inamovibles pour proposer des produits plus fins et plus résistants, rien ne justifie vraiment que certaines soient collées avec une glu ultrarésistante afin de s'assurer que toute tentative de remplacement entraîne de gros dommages. Mais là aussi, on ne peut que constater que l'obsolescence des produits Apple est bien plus une question de marketing que de durée de vie de la batterie...

... standards. Before the Phoebus Agreement and to this day the general service filament lamp was and is designed to have, on average, a minimum life of 1,000 hours. It has often been alleged—though not in evidence to us—that the Phoebus organisation artificially made the life of a lamp short with the object of increasing the number of lamps sold. As we have explained in Chapter 9, there can be no absolutely right life for the many varying circumstances to be found among the consumers in any given country, so that any standard life must always represent a compromise between conflicting factors. B.S.I. has always adopted a single life standard for general service filament lamps, and the representatives of both B.S.I. and B.E.A., as well as most lamp manufacturers, have told us in evidence that they regard 1,000 hours as the best compromise possible at the present time, nor has any evidence been offered to us to the contrary. Accordingly we must dismiss as misconceived the allegation referred to above.

284. The attitude of E.L.M.A. members ...

Un extrait du compte rendu de l'Autorité de la concurrence anglaise.



Si DuPont a bien inventé la molécule de Nylon, ce sont les fileurs qui sont en charge de sa transformation...

de les rendre plus fragiles. Belle anecdote. Peut-être un peu trop d'ailleurs : il existe une épaisse bibliographie sur l'histoire de la société Dupont de Nemours (vieille de 200 ans) et aucun ouvrage ne fait référence à cette anecdote. Au contraire, tous indiquent que la compagnie a connu son heure de gloire avec cette invention qui lui a rapporté des fortunes dans les années 40 et 50. Pas de chute des ventes à noter donc. L'histoire du sabotage des bas-nylons reprise un peu partout (y compris dans le film "*Prêt à jeter*") trouve en fait sa source chez une seule et unique personne : Nicols Fox. Il s'agit d'une écrivaine américaine qui aurait soi-disant recueilli l'information de son père – ingénieur pour Dupont dans les années 40 – alors qu'elle était enfant. On peut douter de la réalité de ce souvenir. Pourquoi ? Parce que Nicols Fox est loin d'être un témoin neutre : elle a une doctrine à propager. Dans les interviews qu'elle a pu donner, elle se dit environnementaliste et surtout "luddite". Le luddisme est un courant de pensée vieux de 200 ans qui rejette farouchement l'industrialisation et la technologie. Aujourd'hui, ses adeptes – toujours selon elle – aiment vivre dehors, profiter de leurs jardins et acheter bio, parfois en autarcie comme les mormons. En 2002, Nicols Fox écrit également un livre (*Against the Machine : The Hidden Luddite Tradition in Literature, Art, and Individual Lives*) qui décrit l'importance historique de résister au progrès technologique. Dans cet ouvrage, elle ne relatera bizarrement pas la fameuse anecdote qui surgira de nulle part quelques années plus tard…

Puces et cartouches. Les deux symboles de l'obsolescence technique programmée que nous avons vus précédemment sont largement sujets à caution. Et les choses ne sont pas bien différentes sur les quelques rares exemples modernes souvent cités. Prenons par exemple le cas des cartouches d'imprimantes. Tout le monde sait que la plupart d'entre elles contiennent une puce qui compte le nombre d'impressions. Une fois le quota prédéfini de feuilles imprimées, un message s'affiche pour demander le remplacement de la cartouche et ce, quel que





soit le niveau d'encre restant à l'intérieur. Doit-on pour autant s'en insurger ? Si l'imprimante refusait obstinément d'outrepasser cet avertissement, oui, mais il existe toujours une astuce fournie par le constructeur pour continuer à imprimer : soit en maintenant l'appui sur un bouton, soit via un logiciel. L'utilisation de ce compteur peu fiable répond d'abord à un impératif technique : concevoir un capteur électronique qui mesurerait réellement le niveau d'encre serait beaucoup plus coûteux, en particulier pour un consommable. Le film "*Prêt à jeter*" parle du cas de l'Epson C60 qui se verrouillait au-delà de 18 000 feuilles pour illustrer l'obsolescence programmée. C'est effectivement exact : un compteur la bloque totalement une fois ce quota atteint. Mais l'explication est beaucoup moins scandaleuse qu'il n'y paraît. Sur ce modèle bas de gamme, une éponge est chargée de recueillir les gouttelettes d'encre superflues. Sa capacité d'absorption est limitée et sans changement, elle est considérée comme engorgée au bout de 18 000 feuilles. Il existe toutefois un logiciel baptisé SSC Service Utility permettant de réinitialiser le compteur (à ses risques et périls si le remplacement de l'éponge n'a pas été fait). Bref, rien de vraiment honteux ici.

Design marketing. Hier comme aujourd'hui, il est peu probable que les constructeurs aient usé d'artifices techniques uniquement destinés à limiter la durée de vie et provoquer un nouvel achat. Cela n'empêche toutefois en rien que l'obsolescence soit planifiée dès le début de la conception d'un produit. Simplement, il existe une stratégie infiniment plus efficace : vous contraindre à considérer *vous-même* l'appareil comme obsolète grâce au marketing et à la publicité. Le concept est ancien puisqu'il date des années 20. À cette époque, l'austère mais très fiable Ford T faisait un carton depuis plus d'une décennie déjà. En face, General Motors n'avait pas grand-chose de mieux à proposer techniquement avec ses Chevrolet et cherchait l'astuce-miracle qui lui permettrait de rafler des parts de marché à son concurrent. L'idée géniale fut trouvée par les premiers spécialistes du marketing : lancer systématiquement un "nouveau" modèle de véhicule tous les ans. Et peu importe si la plateforme reste la même (moteur, transmission…), la différence se fera sur le design, la couleur ou un accessoire futile quelconque. Le succès

La complexification à outrance. Les fabricants dotent aujourd'hui l'appareil le plus basique de fonctionnalités électroniques incongrues et souvent parfaitement inutiles. Est-ce là un moyen d'abréger leur durée vie en misant sur une panne du superflu pour bloquer l'ensemble ? Peu probable. En réalité, cette complexification est plutôt une demande des acheteurs friands de gadgets. Le principe du réfrigérateur n'a pas changé depuis des lustres et la seule façon d'obtenir une impression de nouveauté est de le gaver de fonctionnalités annexes type distributeur de glaçons ou écran LCD. Il y a belle lurette que l'acte d'achat n'est plus dicté uniquement par une considération fonctionnelle. Le matraquage publicitaire insiste lourdement et en permanence sur l'aspect "plaisir". "*Envie d'un moulin à poivre ? Achetez donc ce nouveau modèle électrique avec compte-tours intégré*"... Alors évidemment, le fabricant y trouve son compte, mais le péché originel revient bien au consommateur qui ne pourra en fin de compte s'en prendre qu'à lui-même.





Grâce au 3615 Canard PC, rendez l'obsolescence obsolète !

fut énorme et General Motors surpassa Ford dès le début des années 30 bien que ses voitures n'apportaient rien de plus en termes de performances ou de fonctionnalités. C'est ainsi qu'est née l'obsolescence programmée par la mode, le design et l'esthétique. Cette bonne vieille méthode fait toujours recette aujourd'hui ; des sociétés comme Apple ont même construit un empire en l'exploitant

> À quoi bon demander à ses ingénieurs de planifier l'obsolescence par la technique alors que le marketing peut faire la même chose sans toucher au hardware ?

avec talent. Si le premier iPhone était effectivement révolutionnaire, ce n'est pas grâce à lui que son fabricant a amoncelé sa montagne de milliards : c'est bien à l'aide des autres modèles bien moins innovants, mais tellement plus à la mode.

Alors bien sûr, n'est pas Apple qui veut et il faut parfois "pousser" un peu le consommateur. Pour cela, il existe quelques techniques bien rodées. Samsung est par exemple passé maître dans l'art de provoquer l'obsolescence de ses produits en jouant sur les mises à jour (ou plutôt l'absence de mise à jour) de ses firmwares. Il est courant que le support des nouveaux produits de la marque ne soit ainsi assuré que pour 6 ou 9 mois seulement avant d'être abandonné. L'utilisateur ne pouvant tolérer de ne pas disposer de la dernière version d'Android 4.3.2 Build 1012 (même si elle n'apporte rien), la tentation d'acheter le "nouveau" modèle qui en est pourvu sera souvent irrépressible. Et les fabricants de smartphone sont des enfants de chœur comparés aux marques de composants de PC. L'importance de la "nouveauté" conçue uniquement pour remiser au placard la génération précédente s'amenuise d'année en année. On pourrait par exemple citer le lancement annuel de nouveaux chipsets Intel sans intérêt, mais la palme revient incontestablement à AMD et Nvidia qui, désormais, ne s'embarrassent même plus de la forme : la nouvelle gamme est souvent conçue en renommant purement et simplement l'ancienne sans autre forme de procès ! Le plus surprenant ? Ça marche ! Non seulement la presse ne râle plus et teste docilement les vrais-faux nouveaux produits, mais la plupart des consommateurs achètent sans se poser de question. Dans ces circonstances, à quoi bon demander à ses ingénieurs de planifier l'obsolescence par la technique alors que le marketing peut faire la même chose sans toucher au hardware ? À rien.

S'té mieux avant. Malgré tout, nous avons tous l'impression que les produits étaient plus fiables avant et qu'aujourd'hui, les constructeurs ne conçoivent plus que des appareils à la durée de vie très limitée. Bien souvent, il ne s'agit justement que d'une impression. Tout le monde connaît au moins une grand-mère dont le frigo date des années 70 et qui fonctionne toujours parfaitement. Certes. Mais gare aux trompe-l'œil, car nous avons tendance à nous focaliser sur LE produit ancien qui est encore autour de nous aujourd'hui… et personne n'a vu les milliers de réfrigérateurs de la même époque qui ont fini à la décharge. Il n'en demeure pas moins que dans les bureaux d'études, le choix des composants internes les moins durables est désormais la norme. Les condensateurs par exemple, source de la plupart des pannes des appareils électroniques, sont disponibles avec plusieurs certifications : de 1 000 à 15 000 heures. Dans la plupart des produits grand public, on trouvera quasi-systématiquement des modèles "1 000 heures" qui rendront l'âme au bout de 3 à 5 ans. Ce constat fait, il ne faut pas se tromper de cause : si les constructeurs utilisent ce type de condensateur, c'est avant tout parce qu'il coûte bien moins cher. Or, le critère principal du consommateur-type lors d'un achat n'est pas la durabilité, mais le prix. Si les clients étaient prêts à payer plus pour une fiabilité plus importante, les fabricants s'adapteraient rapidement. Il existe d'ailleurs des segments de marché où c'est le cas. Les outils Bosch, par exemple, sont disponibles en deux déclinaisons très proches physiquement : la gamme "verte" et la gamme "bleue". La première mise sur le prix, la seconde, plus chère, sur la fiabilité. Même chose pour les ampoules électriques : tous les fabricants proposent des gammes "pro" bien plus résistantes que les versions grand public. Les fameux "pro" sont pourtant des gens comme vous et moi. Mais eux sont prêts à payer 15 euros une ampoule certifiée 10 ans alors que Madame Michu choisira le modèle Pouce à 5 euros avec une durée de vie de 2 ans.



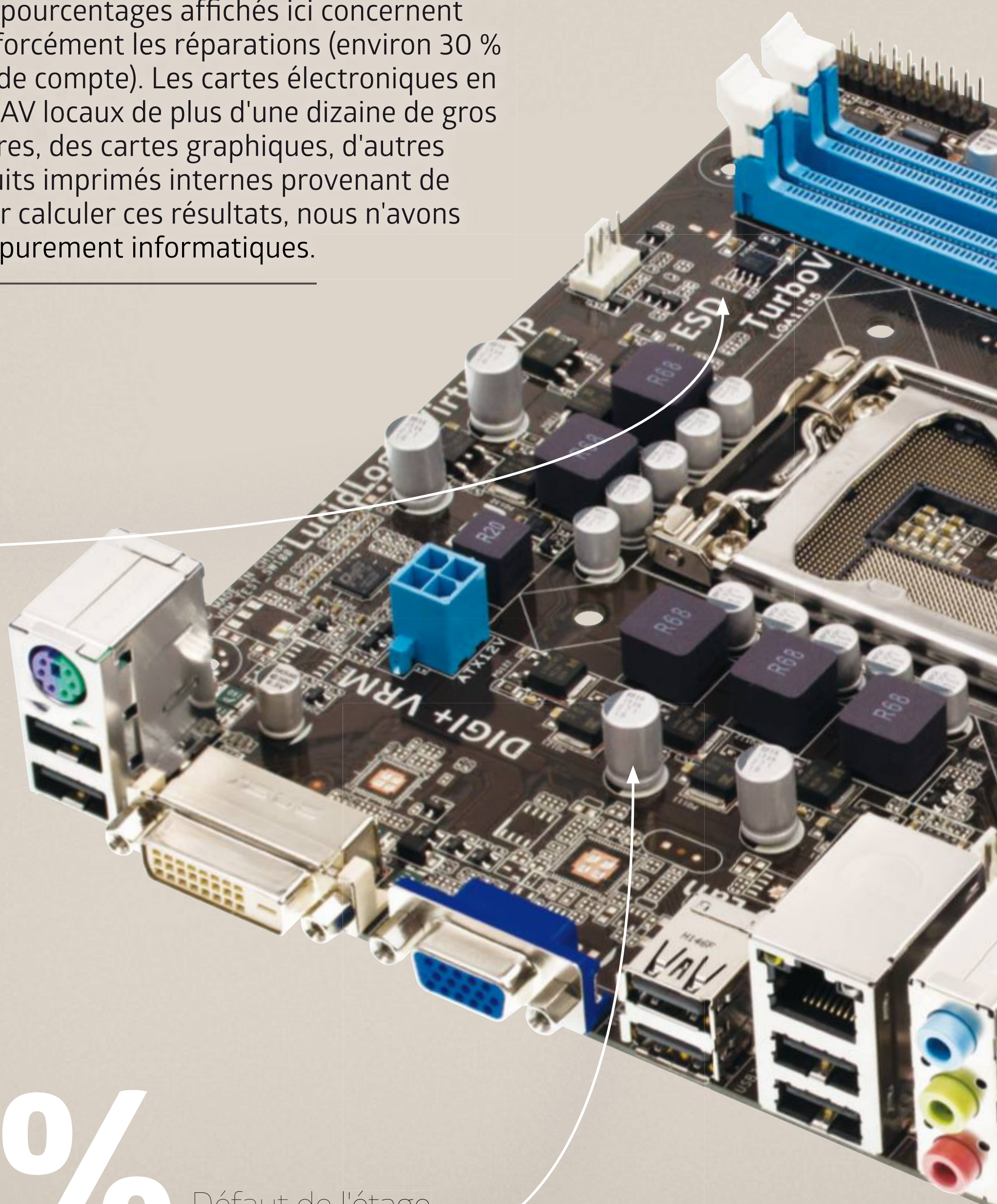
Réparer ? Vous plaisantez ?

Il est commode de se plaindre du caractère irréparable d'un appareil et d'invoquer l'obsolescence programmée pour l'expliquer. Mais là aussi, ce n'est pas si simple. Qui se soucie vraiment que la batterie de son smartphone dure de 2 à 3 ans maximum puisque les Français renouvellent en moyenne leur téléphone portable tous les 18 mois ? De même, qui accepterait un iPhone plus épais de 5 mm sous prétexte qu'il est démontable et réparable ? Quasiment personne. La plupart des gens n'expriment d'ailleurs pas le souhait de réparer leur appareil électronique, sans quoi il existerait déjà des enseignes internationales qui auraient fait fortune dans ce business. En réalité, la panne "irréparable" est généralement un bon prétexte pour céder aux sirènes du renouvellement tout en gardant bonne conscience. L'absence d'une filière structurée pour fournir les pièces détachées et la main-d'œuvre nécessaire à une réparation s'explique donc par la demande insuffisante : c'est le comportement versatile des acheteurs de high-tech qui dicte sa loi aux constructeurs et non l'inverse. Ici aussi, il y a des domaines où les choses se passent différemment. Dans le monde des appareils de mesure par exemple, il est tout à fait possible de se procurer un cache en plastique neuf pour une sonde de courant achetée il y a vingt ans. De même, le joint torique de la barre stabilisatrice de ma 206 de 1999 est toujours vendu chez Peugeot aujourd'hui. Et croyez-moi sur parole : il est plus compliqué à remplacer que l'écran d'un iPhone ! Preuve que si la demande existe, les fabricants s'adaptent…

[Composants] Les pannes les plus courantes

Haro sur les condos !

Les chiffres que nous avons pu obtenir ici sont exclusifs : il s'agit de la répartition des pannes diagnostiquées sur les composants par un centre de réparation européen. Celui-ci traite plusieurs milliers de cartes électroniques tous les ans et nous a transmis ses statistiques sur une période de dix mois (de juillet 2013 à avril 2014). Les pourcentages affichés ici concernent uniquement les diagnostics mais pas forcément les réparations (environ 30 % des devis ne sont pas acceptés en fin de compte). Les cartes électroniques en panne proviennent directement des SAV locaux de plus d'une dizaine de gros fabricants. On y trouve des cartes mères, des cartes graphiques, d'autres cartes d'extension ou encore des circuits imprimés internes provenant de divers appareils (onduleurs, TV...). Pour calculer ces résultats, nous n'avons pris en compte que les périphériques purement informatiques.



2,4 % Mauvaise soudure

Les procédés de soudure à la vague pour les composants montés en surface sont extrêmement fiables et rentrent rarement en cause. En revanche, il arrive que les connecteurs et autres composants dits "traversants" – soudés dans une deuxième phase lors de la production – souffrent de défauts. Le contact électrique se fait alors mal ou pas du tout, ce qui provoque des pannes.

61,2 % Défaut de l'étage d'alimentation

La très grosse majorité des pannes provient du système d'alimentation interne. Celui-ci est composé de transistors de puissance, d'inductances et de condensateurs. Dans cette catégorie, la défaillance provient à 90 % d'un ou plusieurs condensateurs. La cause est généralement soit un mauvais lot, soit une surchauffe causée par la présence d'un autre composant dégageant beaucoup de chaleur à proximité. Il s'agit alors d'un défaut de conception qui entraîne une usure prématurée.

14,2 % Détérioration d'un connecteur

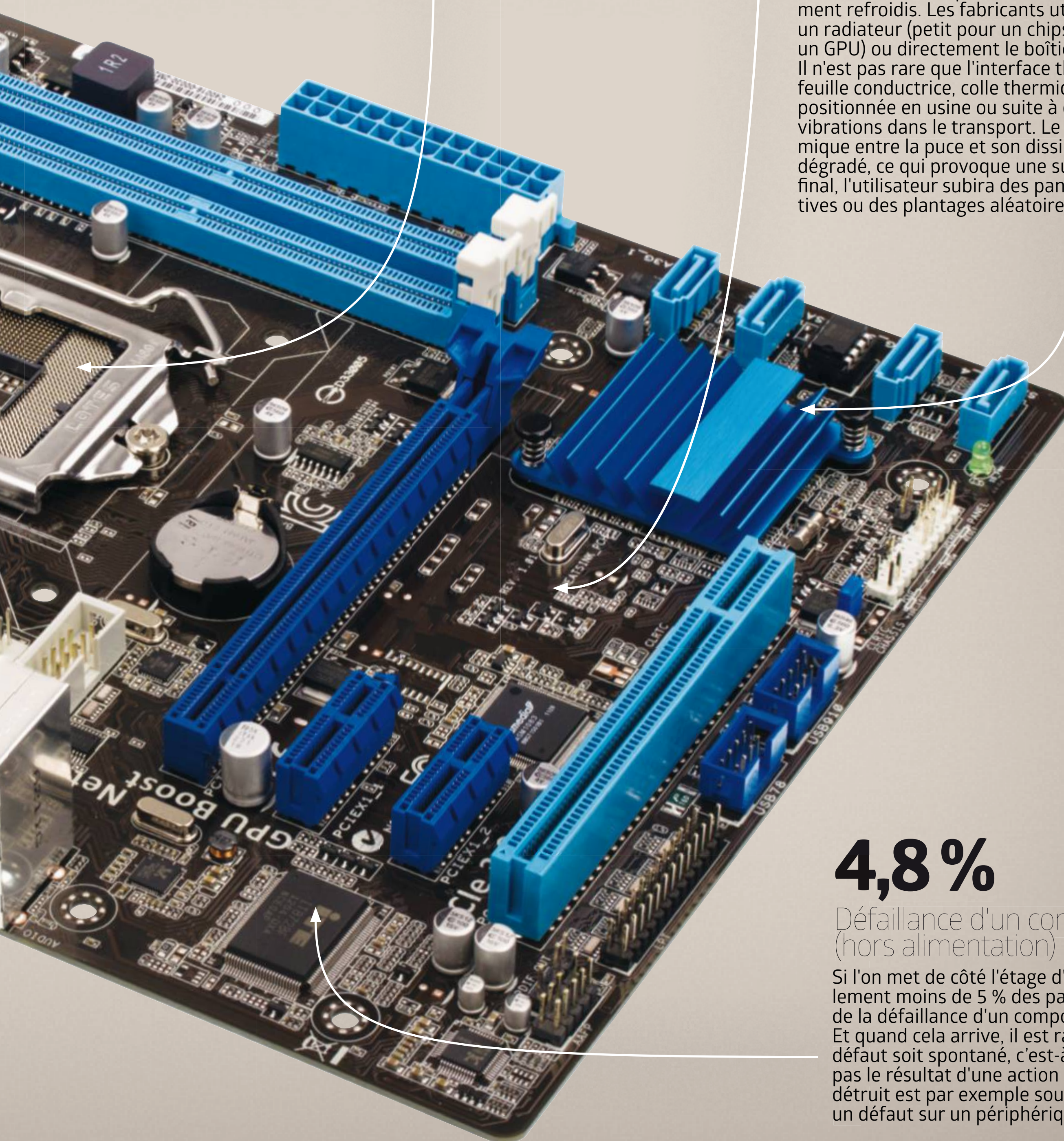
Un grand nombre de produits arrivent en SAV avec un connecteur abîmé. Le socket du processeur est bien sûr concerné, mais il peut aussi s'agir d'un connecteur d'alimentation "forcé", d'une embase tordue ou d'un slot détérioré. Sachant que les produits qui arrivent au centre SAV ont déjà été expurgés par les services SAV locaux des pannes "dues au client", ce chiffre reste élevé. Mais il arrive que le défaut soit camouflé et qu'il soit impossible de le voir à l'œil nu. Le coût de remplacement d'un connecteur étant très élevé, la plupart de ces pannes ne sont finalement pas réparées.

5,9 % Dommage du circuit imprimé

Il s'agit généralement d'une micro-rayure qui interrompt l'une des minuscules pistes du circuit imprimé. Le plus souvent, elle provient d'un manque d'attention pendant le montage du composant (le classique "rippage de tournevis") mais elle peut aussi provenir d'un accessoire présent dans l'emballage qui serait rentré en contact avec la carte lors du transport.

2,3 % Mauvaise interface thermique

Beaucoup de composants électroniques chauffent beaucoup et doivent être correctement refroidis. Les fabricants utilisent pour cela un radiateur (petit pour un chipset, énorme pour un GPU) ou directement le boîtier de l'appareil. Il n'est pas rare que l'interface thermique (pâte, feuille conductrice, colle thermique...) soit mal positionnée en usine ou suite à de nombreuses vibrations dans le transport. Le transfert thermique entre la puce et son dissipateur est alors dégradé, ce qui provoque une surchauffe. Au final, l'utilisateur subira des pannes intempestives ou des plantages aléatoires.



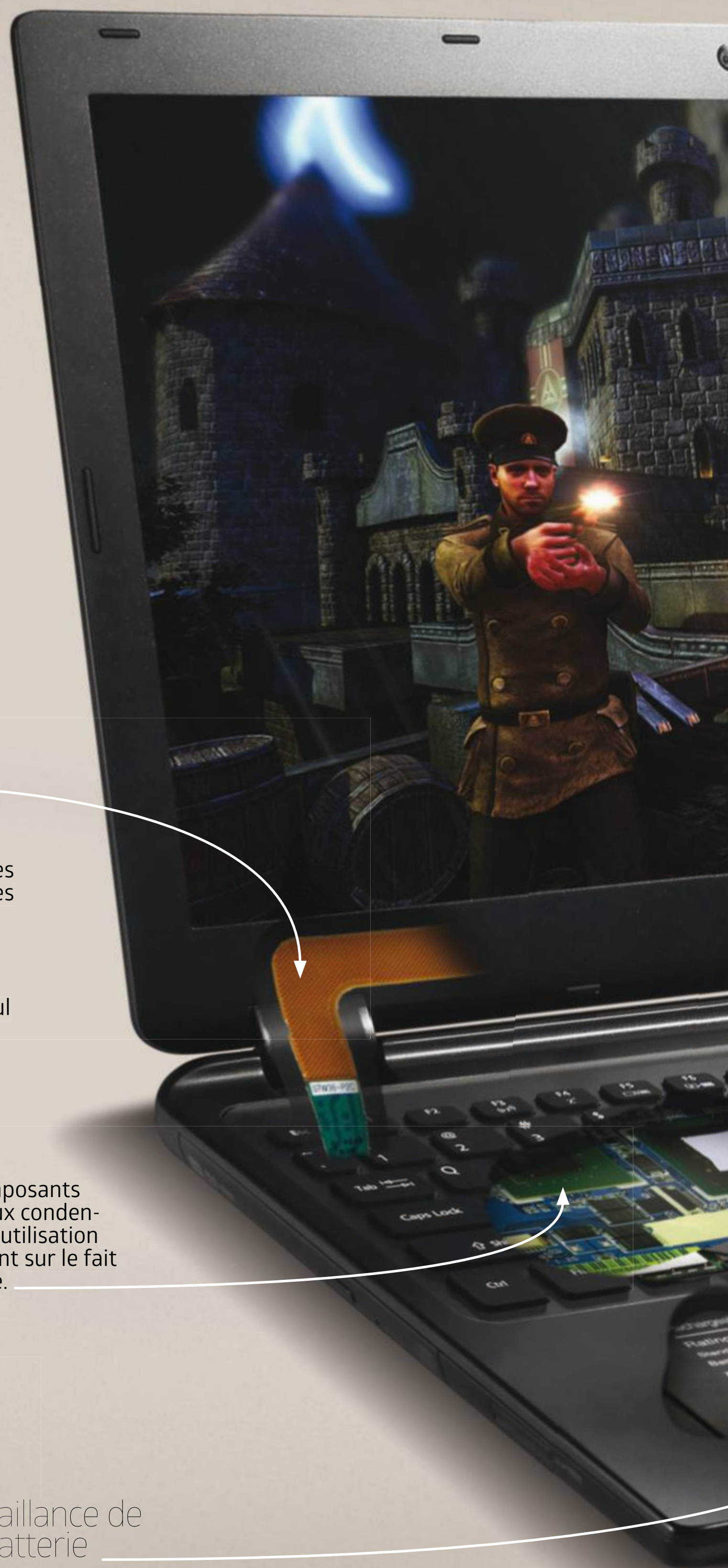
4,8 % Défaillance d'un composant (hors alimentation)

Si l'on met de côté l'étage d'alimentation, finalement moins de 5 % des pannes proviennent de la défaillance d'un composant électronique ! Et quand cela arrive, il est rarissime que le défaut soit spontané, c'est-à-dire qu'il ne soit pas le résultat d'une action externe. Un chipset détruit est par exemple souvent provoqué par un défaut sur un périphérique USB ou SATA.

[Appareils Mobiles] Les pannes les plus courantes

La conception en question

Les données obtenues d'un second centre SAV localisé dans les pays de l'Est sont également très intéressantes. Cet atelier de réparation traite quasi exclusivement les appareils mobiles comme les portables, tablettes, smartphones et baladeurs MP3. Les chiffres exposés ici sont ceux de l'année 2013 et concernent plusieurs milliers de cas. À noter tout de même que le centre en question ne traite pas les produits Apple ; une précision importante vu les parts de marché du constructeur dans certains domaines.



19,4 % Détérioration d'une nappe interne

Surprise : après la batterie, la deuxième cause de défaillance en volume provient de la détérioration, usure ou rupture d'une nappe interne. Celles-ci sont présentes en grand nombre dans la plupart des appareils mobiles pour interconnecter différents circuits internes. Les connecteurs utilisés sont généralement très fragiles et peuvent se désolidariser facilement, en particulier avec des vibrations ou petits chocs répétés. De même, de très nombreuses pannes de dalles LCD (la grande majorité en fait) sont dues à l'usure de la nappe interne qui chemine au niveau de la charnière du portable. Il s'agit là sans nul doute d'une des principales faiblesses des produits actuels.

10,7 % Défaut d'un composant électronique

Comme pour les composants PC, le taux de défaillance primaire des composants purement électroniques reste faible sur les appareils mobiles. Les fameux condensateurs sont toujours largement touchés, mais la miniaturisation exige l'utilisation de modèles de meilleure qualité et plus durables. Les techniciens insistent sur le fait que les protections sont moins nombreuses à cause du manque de place.

32,7 % Défaillance de la batterie

Sans surprise, le remplacement d'une batterie en fin de vie représente la majorité des problèmes traités par le centre SAV. La quasi-totalité des appareils mobiles – dont un nombre sans cesse croissant de PC portables (ultrabooks) – sont désormais équipés d'une batterie interne non amovible. Or, sa durée de vie est limitée et à défaut de pouvoir la changer facilement, le retour au SAV s'avère impératif. À noter que selon les techniciens, la principale cause de défaillance de la batterie vient du branchement continu du chargeur et pas de la limite des cycles charge/décharge.

4,2 % Casse d'un élément plastique

La casse d'un élément en plastique due à un choc est courante mais n'entraîne pas systématiquement un retour SAV : la plupart des utilisateurs s'accommodent d'une façade de lecteur optique manquante ou d'une rupture mineure au niveau de la charnière de l'écran. À noter que le remplacement d'une pièce plastique peut parfois toucher au cauchemar sur certains modèles.

16,1 % Dommage sur un connecteur

Un autre grand classique pour les appareils mobiles : la détérioration d'un connecteur. Le plus souvent, c'est le connecteur d'alimentation qui est touché. Il suffit en effet de se prendre les pieds dans le câble du chargeur pour que la prise se descelle du circuit imprimé ou que la broche interne se casse. Même chose avec le jack audio qui retient parfois l'ensemble de l'appareil en cas de chute. Parmi les smartphones, le connecteur Micro USB est le plus touché.

14,4 % Surchauffe / défaut d'une interface thermique

La dissipation thermique est particulièrement cruciale dans un appareil ultra-compact. Le moindre décalage sur l'un des micro-radiateurs internes peut provoquer des plantages intempestifs. Plus courant encore, l'encrassement du ventilateur ou du système de refroidissement est souvent source d'un retour au SAV. Il est en effet devenu quasi-impossible de les nettoyer correctement à cause de la miniaturisation poussée à l'extrême. Ce taux monte à 46 % pour les vidéoprojecteurs.

La fiabilité des composants par marque et par modèle

Cachez ces chiffres que je ne saurais voir...

Comme nous le disions dans l'introduction, la fiabilité du matériel devrait théoriquement constituer un critère de choix au moins aussi important que les performances. Hélas, obtenir des statistiques crédibles sur les taux de retours des composants est quasi impossible étant donné que les fabricants cherchent à tout prix à les dissimuler. Et on comprend pourquoi : nul doute que si le grand public venait à avoir connaissance de la piètre durée de vie d'un produit, il s'en détournerait aussitôt. Il existe malgré tout quelques rares e-commerçants faisant passer l'intérêt de leurs clients avant tout. C'est à l'un d'eux que nous devons ces chiffres et nous le saluons au passage.



N. B. : Les statistiques publiées ici ne concernent qu'une période de 6 mois (de novembre 2013 à mai 2014). Elles ne sont donc pas représentatives de la fiabilité à long terme.

L'élaboration de statistiques sur les taux de pannes des composants s'annonce complexe. Tout d'abord, il est indispensable de travailler sur une masse de données très importante ; impossible d'obtenir des valeurs fiables si l'on se base sur un petit revendeur de quartier par exemple. Une carte graphique retournée pour seulement cinq vendues résulterait en un taux de SAV irréaliste de 20 % dû à la faiblesse de l'échantillon. Pour obtenir une certaine cohérence, il convient d'étudier plusieurs dizaines (voire centaines) de milliers de produits. C'est sur ces ordres de grandeur que reposent nos chiffres. Les statistiques "par marque" sont effectuées sur un lot d'au moins 500 références chacune et pour nos résultats "par modèle", nous recalons tous ceux qui n'atteignent pas les 100 pièces écoulées. Il s'agit ensuite de s'assurer que les pannes constatées en sont bien. Pour cela, nous prenons uniquement en compte les défaillances qui ont été confirmées *de visu* par un technicien du service après-vente. Beaucoup de produits sont en effet envoyés au SAV suite à une erreur de diagnostic du client alors qu'ils s'avèrent en définitive parfaitement fonctionnels. Plus globalement, nous avons utilisé un mode de calcul extrêmement "conservateur" en supprimant des statistiques tout ce qui pourrait venir gonfler indûment les taux de retour. Nous considérons qu'au-delà de 3 %, un problème de fiabilité conséquent existe.

Le vrai coût du SAV. Les pannes coûtent très cher aux revendeurs. Le traitement d'un SAV nécessite en effet de nombreuses interactions "humaines" : contact avec l'acheteur, gestion du retour, réception, test, envoi/réception du produit en panne au fabricant et finalement renvoi au client. En tout, il faut compter entre deux et trois heures de travail par retour, ce qui représente un coût pour le commerçant d'au moins 30 € en se basant sur le SMIC horaire (avec les charges diverses et les frais de port). Autant dire que pour une alimentation à 50 € par exemple, un seul retour annule la marge bénéficiaire d'au moins trois ventes. Par ricochet, il semble évident que c'est au final l'acheteur qui se verra pénalisé.

Les limites des statistiques. Même si nous avons apporté un soin tout particulier au calcul, ces chiffres peuvent toutefois souffrir d'autres biais indépendants de notre volonté. Certains constructeurs gèrent ainsi eux-mêmes leur SAV sans passer par le revendeur. C'est la règle pour les PC portables par exemple, mais cela demeure heureusement l'exception pour les composants. Il est malheureusement toujours possible que tel ou tel produit affiche en conséquence un taux de SAV artificiellement bas. Quand c'est le cas, nous vous le signalons dans les commentaires et nous tentons d'affiner les chiffres avec l'intégration (l'assemblage de PC). Même si ce biais nous paraît assez faible en définitive, il n'est pas question de décerner un bon point à un fabricant qui obtiendrait ici de bons résultats. Sans compter que ces statistiques se limitent évidemment aux marques et produits vendus par l'e-commerçant dont ils sont issus. En revanche, il semble clair que des chiffres calamiteux sont bien la conséquence d'un réel défaut de fiabilité. Vous l'aurez compris : nous distribuerons donc plutôt les mauvais points…

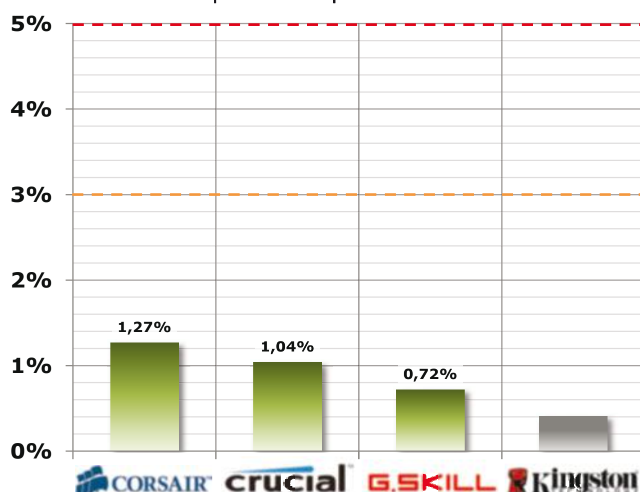
> Des chiffres calamiteux seront bien la conséquence d'un réel défaut de fiabilité

Taux de retour - Mémoires

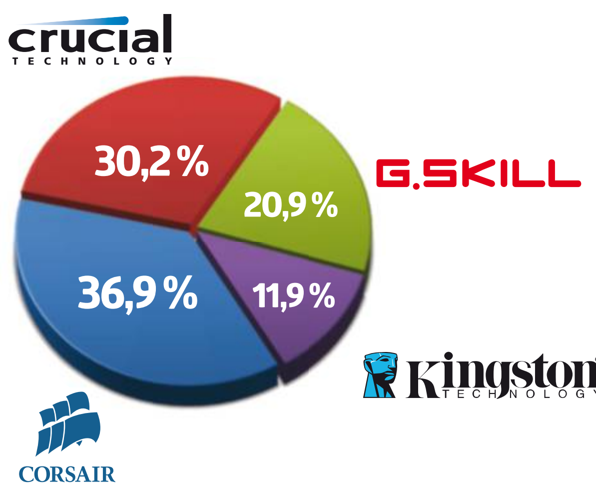
Rien à signaler

Commençons à dévoiler nos statistiques avec un domaine assez calme : la mémoire. Sur ce marché autrefois gangrené par les infâmes fabricants no-name, la concentration est désormais telle qu'il ne subsiste qu'une poignée de marques. Celles-ci proposent des produits globalement fiables et de bonne qualité. Vu l'omniprésence de la DDR3 depuis plus de sept ans, l'inverse aurait été regrettable !

Taux de retour par marque

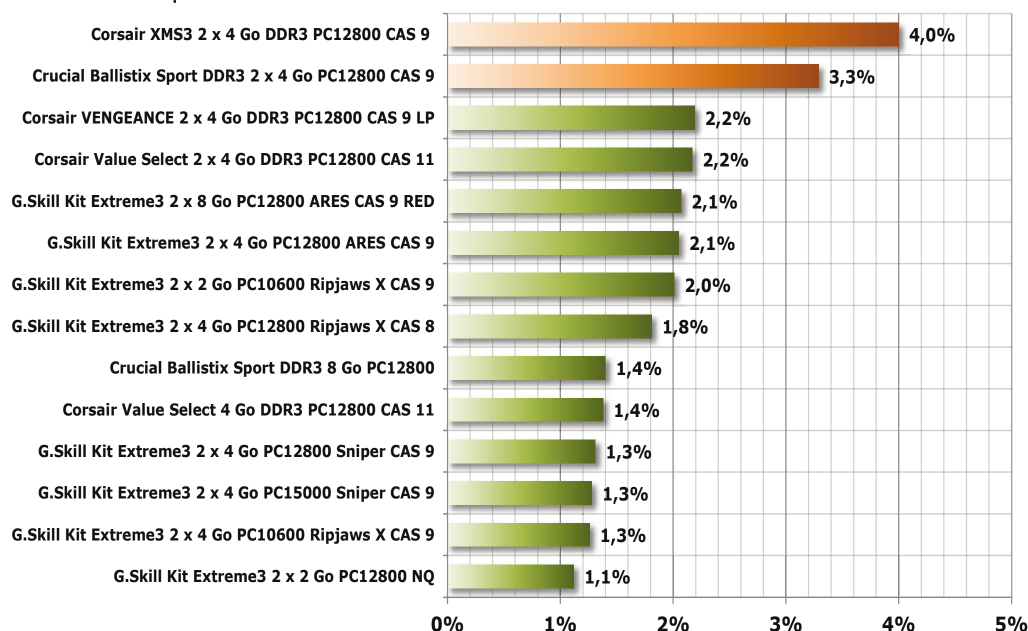


Répartition des pannes par marque



Nous considérons qu'un réel problème de fiabilité existe lorsque le taux de retour dépasse les 3 %. Il ne devient toutefois critique qu'à partir de 5 %. Sur le graphique de gauche, les quatre principales marques de mémoire offrent des taux inférieurs à 1,5 % ; un chiffre excellent. Vous constatez que les résultats de Kingston sont en gris : cette marque est en effet l'une des rares à gérer son SAV directement sans passer par le revendeur. Il peut donc exister un biais qui pourrait potentiellement mener à une sous-estimation des résultats. C'est pourquoi il est impossible de décerner un bon point à Kingston. Malgré tout, la corrélation avec d'autres sources tend à montrer que le fabricant se situe au même (bon) niveau que ses concurrents.
Le graphique de droite montre la répartition des retours SAV pour la mémoire. Aucune marque ne se distingue par un taux largement supérieur aux autres. Ces statistiques portant sur un nombre très important de modules vendus, on peut affirmer que tout va pour le mieux en général.

Taux de retour par modèle



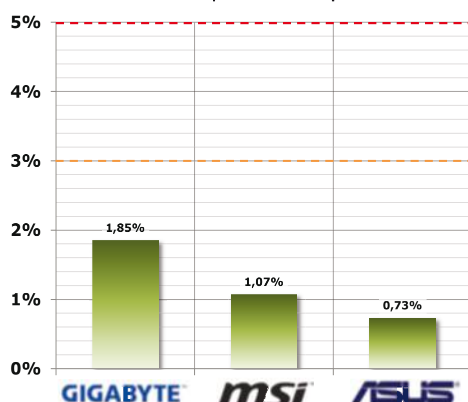
Si, dans l'ensemble, tous les fabricants de mémoire offrent de bons résultats, quelques produits affichent tout de même des taux de retour plus élevés que la moyenne. C'est par exemple le cas des kits XMS3 de Corsair. La version la plus répandue (2 x 4 Go DDR3-1600) atteint les 4 %, ce qui se situe au-delà du seuil d'alerte. Même chose avec une référence du kit Ballistix Sport de Crucial qui dépasse légèrement les 3 %. Il n'y a toutefois là rien de vraiment dramatique. En dessous, on constate que les kits "ARES" et "Ripjaws X" de G.Skill sont un peu plus sujets aux pannes que les "Sniper", mais on peut l'expliquer facilement : ces derniers sont des modèles haut de gamme qui bénéficient d'une phase de validation plus longue.

Taux de retour - Cartes Mères

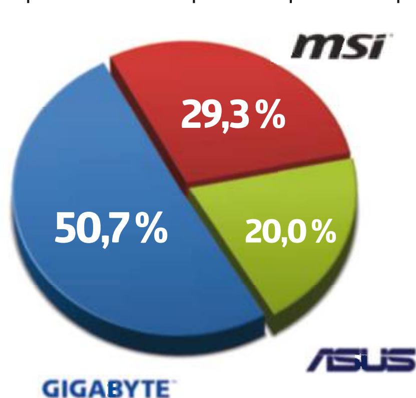
Bien dans l'ensemble

L'étude des taux de retour des cartes mères est particulièrement intéressante : à défaut de pouvoir se distinguer sur autre chose, les fabricants mettent tous en avant la fiabilité de leurs produits. Certains parlent ainsi de "composants militaires", d'autres de produits "Ultra-Durable". Il est temps de voir si ces allégations marketing se confirment dans la pratique. À noter que pour ce premier jet, nous n'avons calculé que les statistiques sur les modèles LGA1150. Elles représentent de loin les plus vendues mais nous intégrerons des modèles AMD dans les prochains rapports.

Taux de retour par marque

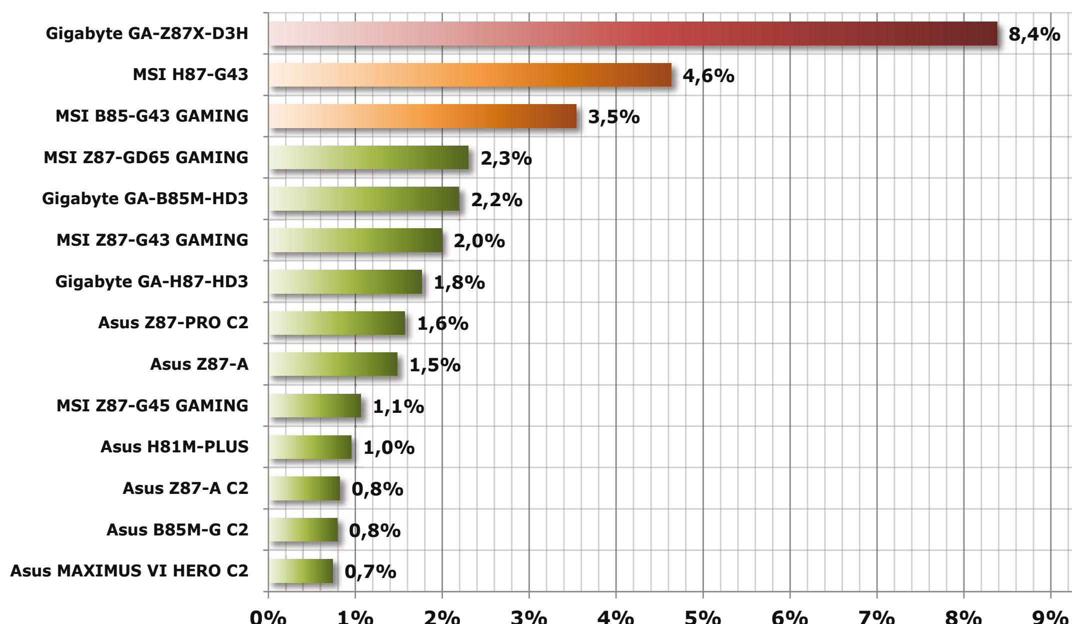


Répartition des pannes par marque



Parlons maintenant des principaux fabricants de cartes mères. Seule exception notable : Asrock, pour lequel nous ne disposons pas de chiffres. Globalement, les résultats sont bons : tous se situent en deçà de 2 % ; Asus parvient même à descendre sous la barre des 1 %. Ces statistiques sont fiables puisqu'elles portent sur d'énormes quantités et ne prennent en compte que les produits réellement testés comme hors-service. Les nombreux cas de pins du socket tordues sont éliminés, tout comme les ripages de tournevis. Malgré tout, on constate sur le second graphique que pour 1 000 ventes, la moitié des retours concerne des cartes Gigabyte. Une disproportion qui s'explique ci-dessous.

Taux de retour par modèle



Il semble exister un réel problème avec la GA-Z87X-D3H qui – ces derniers mois – souffre de taux de retour très élevés. C'est une carte que nous connaissons particulièrement bien puisque nous vous l'avons conseillée pendant six mois ! Nous l'avions toutefois abandonnée au début de l'année au profit de la MSI Z87-G45, lorsque son taux de retour s'était mis à grimper. Désormais, ils dépassent les 8 % ; cela indique probablement qu'un lot souffre d'une faiblesse. La MSI H87-G43 et la B85-G43 sont également à surveiller même s'il faut signaler que les statistiques se situent ici à la limite de la pertinence. Les premières cartes Asus (deux Z87 d'entrée de gamme) sont très bien placées, aux alentours de 1,5 %. Les Z87-A C2 et B85M-G C2 rencontrent un gros succès et leur fiabilité n'a jamais été prise en défaut.

SAV : Gigabyte le plus efficace.

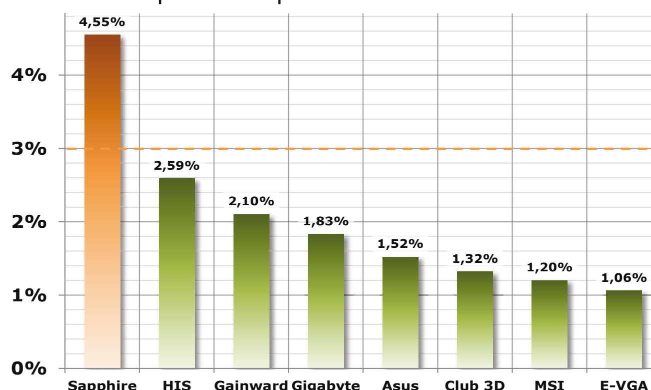
Nous nous sommes livrés à une expérience intéressante pour tester les SAV. Pour cela, nous avons joué le rôle d'un honnête acheteur qui venait de changer de boîtier, jetant au passage sa plaque arrière (IO Shield) et cherchant un moyen d'en obtenir une nouvelle. Chez Asrock, les choses sont simples : aucun SAV n'existe et il faut se retourner vers le revendeur. Les trois autres marques ont par contre toutes répondu à notre requête en moins de 24 heures. Verdict : MSI ne peut rien faire pour nous et Asus nous renvoie vers... eBay ! Au contraire, Gigabyte a proposé immédiatement de nous la renvoyer, ce qui fut chose faite moins d'une semaine après. Bravo !

Taux de retour - Cartes Graphiques

Surchauffe et fiabilité ne sont pas compatibles !

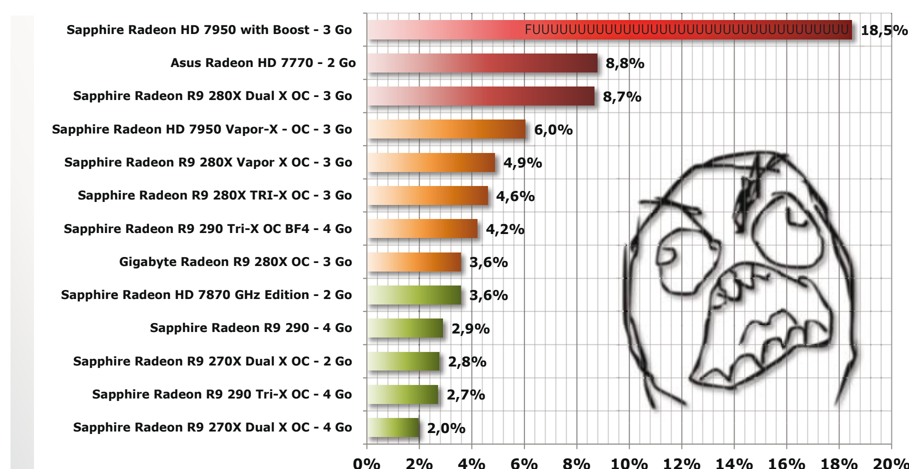
Contrairement aux cartes mères ou à la mémoire, il existe une pléthore de fabricants de cartes graphiques. Certains se contentent d'apposer leur logo sur les designs de référence d'AMD ou de Nvidia, d'autres retravaillent le PCB pour obtenir de meilleures performances ou un refroidissement optimisé. Dans tous les cas, la carte graphique est de loin le composant qui chauffe le plus dans un PC moderne. Toute erreur ou approximation au niveau du design est donc sanctionnée immédiatement par un fort taux de pannes.

Taux de retour par marque



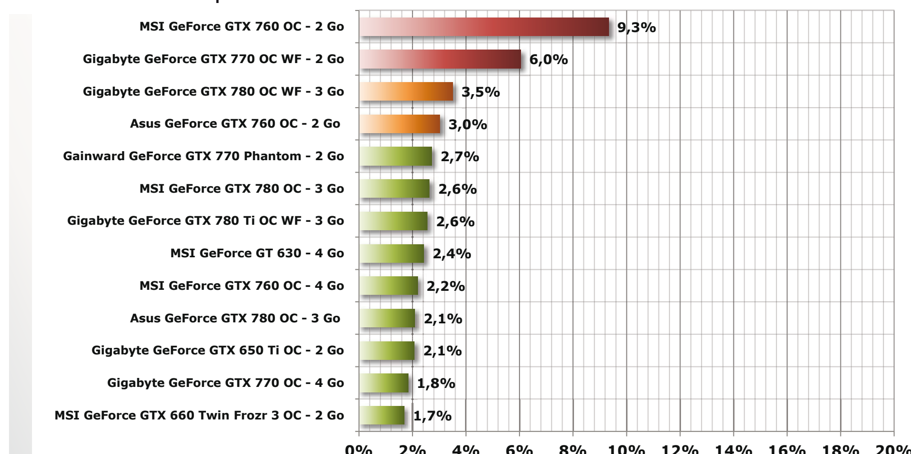
Commençons par les marques. Les résultats de Sapphire, qui produit la majorité des cartes à base de puces Radeon vendues en France, sautent aux yeux. Avec plus de 4,5 % de retours en moyenne sur la totalité des produits vendus, le taux de SAV est très élevé, presque deux fois plus que celui du second (HIS), pourtant pas non plus excellent. Gainward, Gigabyte et Asus se situent dans une bonne moyenne alors que Club 3D, MSI et E-VGA se distinguent par un taux de pannes de moins de 1,5 %.

Taux de retour par modèle AMD



Nous avons choisi de séparer les cartes à base de GPU AMD et Nvidia afin d'y voir plus clair. À la lecture de ces chiffres, les résultats médiocres de Sapphire dans le "top" général s'expliquent. La Radeon HD 7950 – une référence parmi les plus vendues – affiche un taux de retour de presque 20 % ! C'est colossal : 1 carte sur 5 revient donc au revendeur dans les 6 mois qui suivent l'achat. Et l'on constate également des taux de retour élevés sur les Radeon R9 280X basées sur le même GPU renommé. Il est fort probable que la surchauffe généralisée de cette puce provoque des défaillances en cascade. L'omniprésence des cartes Sapphire – toujours les moins chères – démontre peut-être aussi que le constructeur bâcle ses validations. À noter enfin l'étrange présence d'une Radeon HD 7770 dans le top 3. Une mauvaise série est à privilégier ici.

Taux de retour par modèle Nvidia



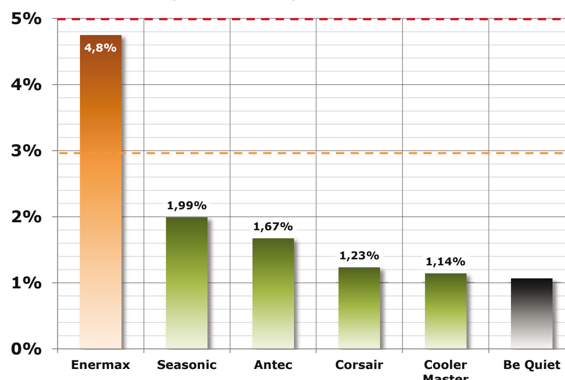
Chez Nvidia, les taux de retour sont globalement moins élevés que chez AMD : 3,2 % contre 5,6 % pour les 13 "pires" références. À noter que nous avons utilisé ici la même échelle sur le graphique (0-20 %) afin de permettre une comparaison plus aisée. Deux modèles laissent clairement à désirer : la GeForce GTX 760 OC de MSI et la Gigabyte GTX 770 OC. Pour la première, la source du problème ne paraît pas compliquée à identifier : MSI a cru bon d'overclocker à plus de 1 GHz le GPU tout en conservant le dissipateur de référence ! C'est le seul à avoir fait ce choix et on ne peut que constater le résultat. Pour la Gigabyte en revanche, ça reste plus surprenant puisqu'elle est équipée d'un ventirad custom "WindForce 3". On remarque toutefois que les trois cartes (770, 780 et 780 Ti) qui l'utilisent se situent dans le top 10...

Taux de retour - Alimentations

Les premiers seront les derniers

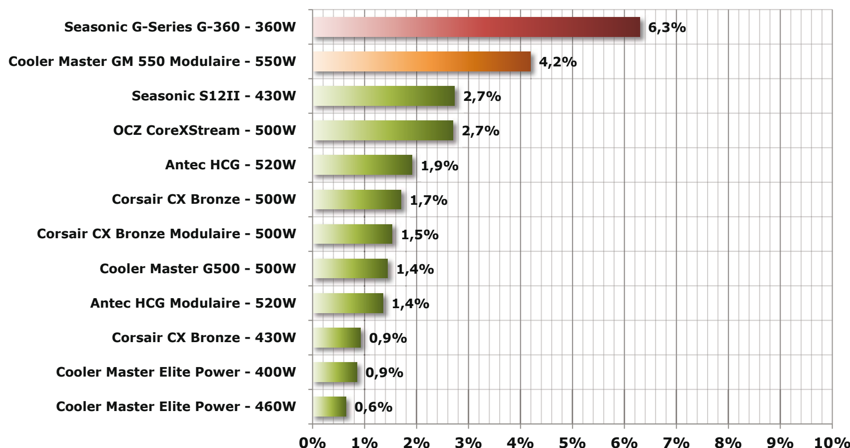
Lors de nos tests, nous évaluons précisément la qualité électrique d'une alimentation en la soumettant à de nombreux tests. Pour la fiabilité par contre, il n'est possible de l'estimer qu'en se basant sur les composants utilisés. Nous allons cependant devoir modifier notre façon de voir les choses, car c'est désormais prouvé : il s'avère parfaitement possible de faire une alimentation durable avec des composants bas de gamme… et vice-versa ! Certains fabricants semblent avoir trouvé la recette miracle pour tirer la quintessence de composants médiocres alors que d'autres parviennent à saboter une excellente base comme par magie.

Taux de retour par marque



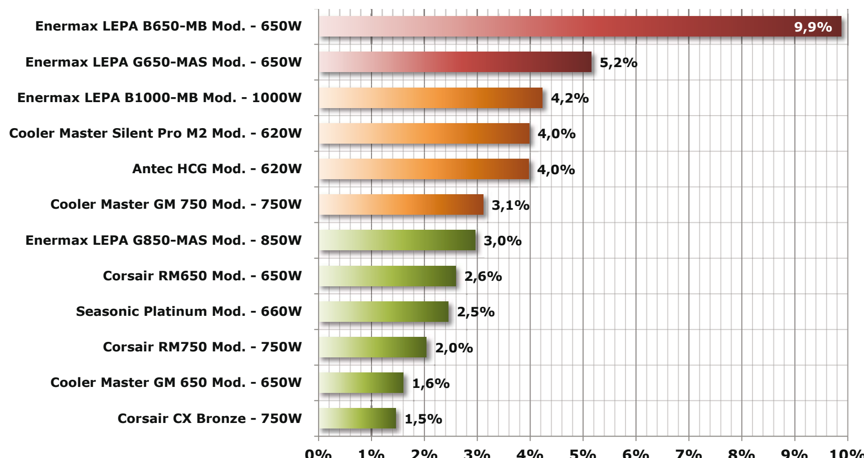
Les chiffres parlent ici d'eux-mêmes : il y a clairement un problème avec les produits d'Enermax. Un taux de retour moyen qui frôle les 5 % n'est pas normal. Mais, plus étonnant encore, Seasonic termine à la seconde place. Certes, un ratio de SAV de 2 % reste très acceptable, mais de la part d'une marque qui revendique la perfection, cela fait tout de même tache ! Antec et Corsair suivent la marche sans problème particulier et Cooler Master se distingue par la plus grande fiabilité ; quand on se remémore les abysses que le constructeur a traversées, ça reste assez remarquable. Enfin, Be Quiet ne peut pas être évalué de manière fiable car il prend en charge directement son service après-vente sans passer par le revendeur.

Taux de retour par modèle < 600W



Commençons par les modèles d'une puissance nominale inférieure à 600 W. Grosse surprise : c'est la Seasonic G-360 qui termine première avec un taux de 6,3 % ! Un résultat incompréhensible vu que nous l'utilisons dans les configs et que nous vérifions régulièrement son taux de retour. Après inspection, nous avons trouvé une explication. Tout d'abord, ce modèle est très peu vendu en "retail" (en boîte) et nous sommes donc à la limite de pertinence desstatistiques. Ensuite, les retours constatés l'ont été immédiatement après l'achat, ce qui tend à montrer que certaines ne fonctionnent pas dès le déballage. Or, dans le cas de l'intégration, les techniciens vérifient la machine avant de l'envoyer au client ; si un produit est HS, ils le remplacent immédiatement. Au final, la fiabilité sur le moyen ou long terme n'est pas en cause mais un lot était probablement défectueux dès son arrivée. En dessous, seule la GM550 de Cooler Master dépasse le plafond des 3 %.

Taux de retour par modèle > 600W



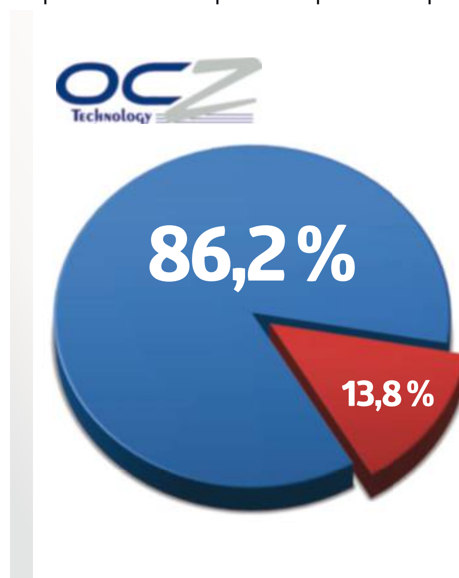
Sur les modèles à plus de 600 W, c'est la Bérézina pour Enermax : toute la gamme LEPA ressort nettement pour ses taux de retour importants. Le modèle B650 atteint même les 10 % ! Et cette fois, les ventes sont suffisantes pour être significatives. En dessous, la Silent Pro M2 620W de Cooler Master se fait aussi remarquer, tout comme l'Antec HCG 620M. Celle-ci étant en limite de pertinence statistique et sa petit sœur non-modulaire ne dépassant pas les 2 %, nous lui laissons le bénéfice du doute pour l'instant. Enfin, on notera les bons chiffres de la gamme CX Bronze de Corsair qui semble désormais revenue à une meilleure fiabilité.

Taux de retour - Stockage (HDD/SSD)

OCZ pulvérise les records de défaillances

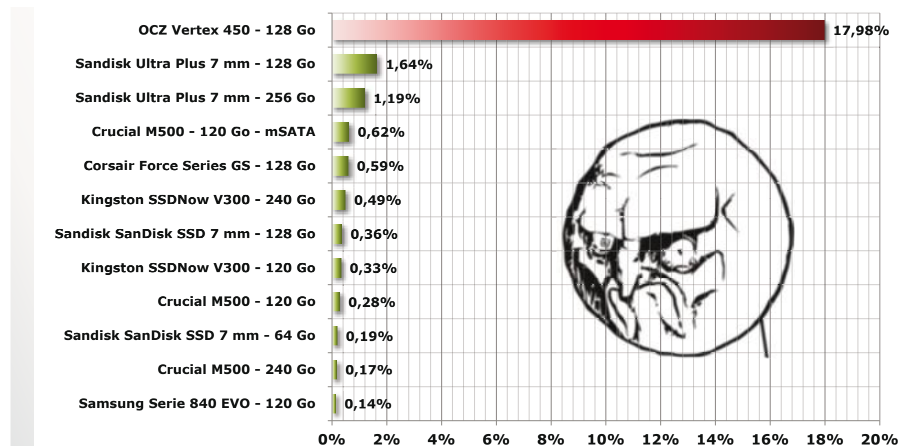
La défaillance d'une unité de stockage est plus grave que celle d'un autre composant car vous pouvez y perdre toutes vos données au passage. Bien souvent, le coût d'un disque dur ou d'un SSD ne représente pas grand-chose comparé à la perte de documents importants ou de photos. Paradoxalement, le taux de retour des disques durs est difficile à évaluer puisque les deux principaux fabricants (Seagate / Western Digital) prennent en charge directement les retours et avec des services particulièrement efficaces (gratuité des frais, envoi anticipé...). Nous devrons donc nous rabattre sur les quelques statistiques disponibles par modèle. Pour les SSD en revanche, pas de problème : à part Kingston, aucun fabricant ne gère lui-même son SAV.

Répartition des pannes par marque



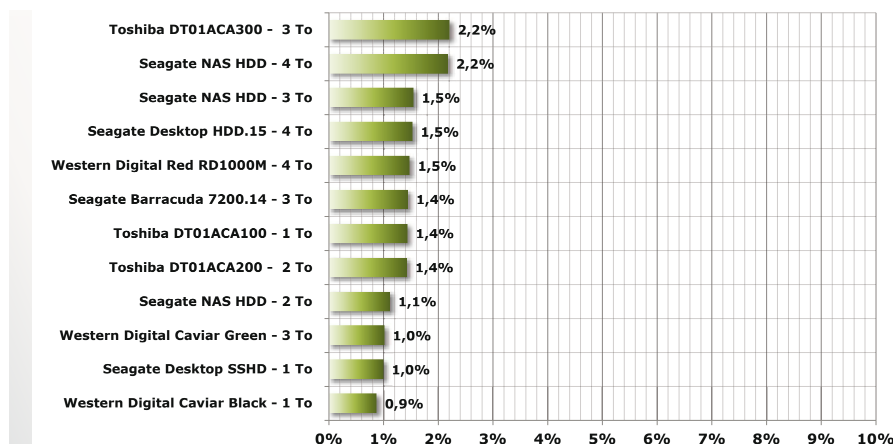
Un simple graphique montre clairement l'ampleur du problème : si tous les fabricants vendaient le même nombre de SSD, plus de 86 % des retours seraient des modèles OCZ ! Avec une moyenne globale de 9,23 % de ses produits qui reviennent au revendeur au bout de 6 mois, le fabricant pulvérise les précédents records de panne établis par Enermax et Sapphire. Tous ses concurrents s'en sortent pourtant avec les honneurs puisque aucun ne dépasse les 1 % de retours. Les deux premiers sont Crucial et Samsung qui passent même sous les 0,25 % ! À noter ici l'absence d'Intel qui a totalement délaissé le marché grand public depuis le début d'année et se retrouve en dessous du seuil de pertinence.

[SSD] Taux de retour par modèle



Il n'y a qu'un mot pour décrire les résultats d'OCZ : catastrophiques. Avec près de 20 % de retours en quelques mois, le Vertex 450 de 128 Go remporte la palme. Et même si cette gamme est désormais abandonnée, les nouveaux "Vector" semblent bien partis pour rivaliser : nous sommes pour l'heure en deçà du seuil minimum de ventes et donc de pertinence statistique, mais le taux de SAV du Vector 128 Go s'approche déjà des 15 %. Le plus dramatique vient du fait qu'OCZ est épinglé pour ses taux de panne effrayants depuis presque deux ans et que le fabricant ne fait visiblement rien pour améliorer la situation. Même le rachat par Toshiba en début d'année n'a pas (encore ?) eu d'effet bénéfique. En attendant, les produits sont toujours disponibles et les acheteurs se pressent, alléchés par les prix plancher.

[HDD] Taux de retour par modèle



Un mot sur les disques durs maintenant. Comme nous vous l'avons dit précédemment, il est probable que la majorité des retours soient gérés en direct, ce qui tend à minorer fortement les résultats. On peut toutefois penser que parmi les SAV traités par le revendeur, aucun modèle n'est surreprésenté par rapport à un autre. Les résultats – qui demeurent bas – montrent une tendance : les modèles de 3 et 4 To squattent le haut du tableau et les modèles spécialisés NAS/RAID figurent étrangement parmi les premiers. Sont-ils plus résistants sur le long terme mais légèrement plus sujets à la panne au déballage ? Le temps nous le dira...

Garanties : que dit la loi ?

Les réponses de Grand Maître B, avocat à la cour

La garantie est conçue pour protéger les acheteurs des vices cachés et autres défaillances intempestives de leur matériel. Quand on parle de "garantie", il faut savoir qu'il en existe de trois types : deux garanties légales (conformité et vices cachés) et la garantie commerciale, au bon vouloir du vendeur, à laquelle la fiche technique fait généralement référence. En tant qu'acheteur, il est facile de s'y perdre et rares sont ceux qui savent exactement ce que dit la loi à ce sujet. Bonne nouvelle : notre expert Grand Maître B va répondre à toutes vos questions !



Con-formité

Qu'est-ce que la garantie de conformité ?

C'est la deuxième garantie légale offerte, cette fois, par le Code de la consommation et plus précisément son article L. 211-4 qui dispose que "*le vendeur est tenu de livrer un bien conforme au contrat et répond des défauts de conformité existant lors de la délivrance*". Et son petit copain, le 211-5, ajoute que "*Pour être conforme au contrat, le bien doit :*
1° Être propre à l'usage habituellement attendu d'un bien semblable et, le cas échéant :
- correspondre à la description donnée par le vendeur et posséder les qualités que celui-ci a présentées à l'acheteur sous forme d'échantillon ou de modèle ;
- présenter les qualités qu'un acheteur peut légitimement attendre eu égard aux déclarations publiques faites par le vendeur, par le producteur ou par son représentant, notamment dans la publicité ou l'étiquetage ;
2° Ou présenter les caractéristiques définies d'un commun accord par les parties ou être propre à tout usage spécial recherché par l'acheteur, porté à la connaissance du vendeur et que ce dernier a accepté."

Donc, ici, ce n'est pas tant que le bien souffre d'un défaut, c'est qu'il ne correspond pas à votre attente. Cela dit, pour un consommateur, la garantie de conformité peut être invoquée pour un bien qui ne fonctionne pas – ou mal –, englobant ainsi la garantie des vices cachés. Les deux régimes juridiques se superposent. L'article L. 211-9 ajoute que, en cas de défaut de conformité, l'acheteur choisit entre la réparation et le remplacement du bien et le vendeur doit s'y plier, sauf si ce choix entraîne un coût manifestement disproportionné au regard de l'autre possibilité, compte tenu de la valeur du bien ou de l'importance du défaut. Cette obligation de garantir la conformité ne joue par contre que pour les ventes faites par des professionnels à un consommateur.

Précisons que la garantie de conformité est européenne. C'est la directive communautaire n° 1999/44/CE du 25 mai 1999 "*sur certains aspects de la vente et des garanties des biens de consommation*" qui a créé cette garantie. La directive a été transposée en droit français par une ordonnance n° 2005-136 du 17 février 2005 "*relative à la garantie de la conformité du bien au contrat due par le vendeur au consommateur*", elle-même adoptée par l'article 82 de la loi n° 2004-1343 dite "*de simplification du droit*" du 9 décembre 2004. Mais ce mécanisme a été adapté différemment par les États membres de l'Union. Ainsi, la France a fait une transposition très tardive et minimale de la directive, tandis que l'Allemagne l'a adoptée très largement ; là-bas, la garantie de conformité s'applique à tout le monde, aux consommateurs comme aux acheteurs professionnels, et concerne tous les biens (meubles corporels, incorporels et immeubles). Alors que l'action en garantie de conformité se limite en droit français à la vente de biens meubles corporels dans les relations entre vendeurs professionnels et consommateurs non professionnels.

Montgallet SAV

Un revendeur me propose une garantie de 6 mois. En a-t-il le droit ?

Oui, car il s'agit ici d'une troisième garantie. En plus des garanties légales, le vendeur peut bien sûr proposer une garantie *commerciale* de la durée qu'il souhaite. Il s'agit souvent de prendre en charge toute panne de l'appareil, y compris celle due à l'usage – donc pour une raison postérieure à l'achat – tant qu'il s'agit bien évidemment d'un usage "normal". Parfois des services annexes sont proposés, comme le prêt d'un matériel le temps de la réparation, le remplacement anticipé, une hotline gratuite, une télémaintenance de l'appareil, etc. Ces contrats de garantie commerciale sont prévus par l'article L. 211-15 du Code de la consommation et peuvent courir sur n'importe quelle durée, comme 6 mois. Passés les 6 mois par exemple, la garantie commerciale s'éteint, mais le vendeur reste tenu de la garantie légale du défaut de conformité et des vices cachés.



D'année en année

Quelle est la durée légale de la garantie en France ?

Pour les défauts de conformité L'article L. 211-12 du Code de la consommation donne deux années à compter de la vente pour se plaindre. Pour les vices cachés, l'article 1648 du Code civil offre également deux années au consommateur pour introduire une action en justice contre un vendeur à compter de la survenance du problème, problème qui lui-même peut donc survenir des années après la vente. Mais attention, dans les deux cas, encore faut-il que le vice ou le défaut soit *antérieur* à la vente, ou dans tous les cas, au transfert de propriété (c'est-à-dire au jour où vous l'avez entre vos mains).

La vie des autres

Une garantie "à vie" … Vraiment ?

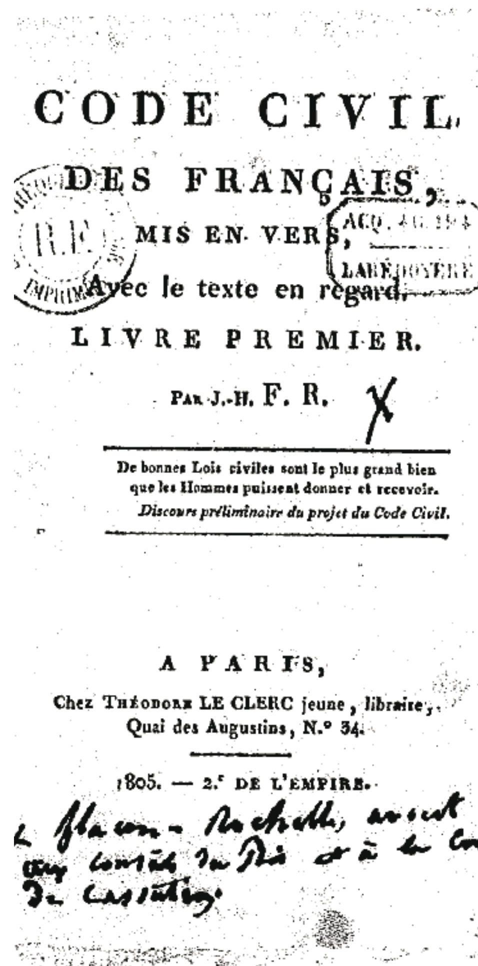
De plus en plus de fabricants – en particulier pour la mémoire – proposent une garantie commerciale présentée comme "à vie". Beaucoup d'acheteurs comprennent qu'il s'agit d'une garantie éternelle qu'ils pourront faire jouer jusqu'à leur mort. En fait, il n'en est rien : les contrats stipulent généralement qu'il ne s'agit pas de la durée de vie du consommateur mais de celle "du produit". Évidemment, la question qui vient ensuite est de savoir quelle est la durée de vie de l'objet, justement. Et là, la clarté n'est pas de mise. Certains sous-entendent qu'il s'agit de la durée de vie commerciale du produit, d'autres parlent d'une dizaine d'années. D'un point de vue juridique, l'article L. 121-1 du Code de la consommation dispose qu'une pratique commerciale est trompeuse lorsqu'elle repose sur des allégations, indications ou présentations fausses ou de nature à induire en erreur et concernant, notamment, le service après-vente, la portée des engagements de l'annonceur, et/ou le traitement des réclamations et les droits du consommateur. Par conséquent, lorsque le vendeur prétend octroyer une garantie à vie, quand en réalité il propose une garantie de quelques années ou bien pour la vie du produit, sans que le consommateur puisse clairement identifier de quelle durée il s'agit*, cela pourrait s'analyser en une pratique commerciale trompeuse, qui peut être punie notamment d'un emprisonnement de deux ans et d'une amende de 300 000 € (article L. 121-6 du Code de la consommation).

> La garantie à vie ne concerne pas la longévité du consommateur mais bien celle "du produit"...

* Sans compter qu'une garantie pour la durée de vie d'un produit n'a guère de sens : cela signifie-t-il, par exemple, lorsque la barrette de RAM que vous venez d'acheter ne sera plus vendue l'année prochaine parce que remplacée par une nouvelle version, que c'est la fin de sa durée de vie ?

Vertu du vice

Qu'est-ce que la garantie des vices cachés ?



CODE CIVIL

DES FRANÇAIS,

MIS EN VERS,

Avec le texte en regard.

LIVRE PREMIER.

PAR J.-H. F. R.

De bonnes Lois civiles sont le plus grand bien que les Hommes puissent donner et recevoir.

Discours préliminaire du projet du Code Civil.

A PARIS,

Chez Théodore LE CLERC jeune, libraire, Quai des Augustins, N.° 34.

1805. — 2.e DE L'EMPIRE.

C'est une des garanties légales offertes aux acheteurs. L'article 1641 du Code civil dispose en effet que le vendeur a l'obligation de délivrer et garantir la chose qu'il vend et qu'il est "*tenu de la garantie à raison des défauts cachés de la chose vendue qui la rendent impropre à l'usage auquel on la destine, ou qui diminuent tellement cet usage que l'acheteur ne l'aurait pas acquise, ou n'en aurait donné qu'un moindre prix, s'il les avait connus*". Il s'agit donc d'un défaut de l'objet vendu qui préexiste à la vente, et qui n'est pas décelable d'un simple coup d'œil. Il est donc important de comprendre que pour faire valoir la garantie des vices cachés, il vous faudra démontrer que le vice était présent AVANT l'achat et non qu'il est survenu après coup. L'article 1644 du Code civil précise que l'acheteur a le choix de rendre l'objet et de se faire restituer le prix, ou de garder l'objet et de se faire rendre une partie du prix. Cette garantie pèse sur tous les contrats de vente, même entre particuliers.

Tatoupété

Le fabricant refuse d'appliquer la garantie au prétexte que la détérioration serait de mon fait. Que faire ?

Vous pouvez agir en justice à son encontre, en saisissant par exemple le juge de proximité (compétent si votre demande en remboursement est inférieure à 4 000 euros). Il n'est pas nécessaire d'avoir un avocat et la saisine est gratuite. Après, tout dépend : en cas de vice caché, il faut prouver que le vice était antérieur à la vente. En cas de défaut de conformité, si le problème survient dans les 6 mois suivant la vente, l'article L. 211-7 précise que ce défaut est présumé "*exister au moment de la délivrance, sauf preuve contraire*". C'est donc au vendeur de prouver que le problème est postérieur à la vente. Si le problème survient après les 6 mois qui suivent la vente, on se retrouve dans la même situation qu'en cas d'action pour vice caché : c'est à vous de prouver que le problème était antérieur à votre achat, non détectable d'un simple coup d'œil et qu'il rend le bien impropre à son utilisation. Pour cela, un devis de réparateur qui aura identifié le problème peut suffire. Sinon il faut une expertise judiciaire. Note importante : à partir de 2016, pour le défaut de conformité, le délai de présomption d'un défaut antérieur à la vente passera de 6 à 24 mois pour les biens neufs (et restera à 6 mois pour les biens d'occasion).

FDP In

Le fabricant ou le revendeur me demande de payer les frais de retour SAV. Est-ce bien légal ?

Oui et non. L'article L. 211-11 du Code de la consommation est très clair : il ne doit y avoir aucun frais pour l'acheteur. Et la garantie commerciale ne peut pas réduire les droits des consommateurs (L. 211-15 du Code de la consommation). Elle ne peut donc pas prévoir un SAV payant, en tous les cas pour les deux années qui suivent la vente. Cela est donc valable pour les frais annexes, y compris les frais de port. Par la suite, étant donné que le défaut de conformité ne peut plus être invoqué, et que le recours pour vice caché ne prévoit pas l'obligation de réparation, une garantie commerciale qui s'étend au-delà des deux années et qui prévoit une réparation/remplacement, peut être payante. C'est d'ailleurs souvent le cas : une garantie commerciale de 3 ou 5 ans représente une somme payée au vendeur par le consommateur au moment de l'achat.

Ping-pong

Qui doit prendre en charge la garantie : le fabricant ou le revendeur ?

La garantie du vice caché pèse sur tous les vendeurs successifs de l'objet et ce, jusqu'au fabricant (puisque ce dernier est en réalité le premier vendeur de l'objet à un intermédiaire, qui va le revendre à un autre et ainsi de suite, jusqu'au public). La logique dégagée par la jurisprudence est que la garantie est un accessoire nécessaire de la chose, attachée à sa propriété (si vous voulez briller dans les salons, sachez que l'on parle de *propter rem*, ou *intuitu rei*). Si le fabricant est donc celui qui supporte *in fine* le poids de la garantie, il peut lui aussi se retourner vers le fournisseur d'un élément qu'il a incorporé dans le produit, s'agissant d'une chose composite, fréquent dans le cas de matériel électronique. Le consommateur choisit celui qu'il veut actionner : soit le revendeur, soit le fabricant.

Pour la garantie de conformité, c'est plus compliqué et il y a des débats en doctrine sur la question. Une chose reste certaine : le Code de la consommation ne s'exprime pas quant à la possibilité pour le consommateur de se retourner contre un des vendeurs intermédiaires ou directement contre le fabricant. En effet, la garantie ne paraît pas liée à l'objet mais fait peser une obligation sur le vendeur professionnel final qui a vendu le bien à un consommateur. Si le consommateur souhaite agir directement contre le fabricant, il est plus sûr d'invoquer un vice caché.



480W Max.

J'ai acheté un produit qui ne correspond pas à la fiche technique. Puis-je faire jouer la garantie ?

Oui. C'est typiquement pour ce genre de cas que le défaut de conformité joue. Le bien vendu doit être obligatoirement conforme à la description donnée par le vendeur et il doit posséder les qualités qu'un acheteur peut légitimement attendre eu égard aux déclarations publiques faites par le vendeur, par le producteur ou par son représentant, notamment dans la publicité ou l'étiquetage (211-5 du Code de la consommation). N'oublions cependant pas que le défaut de conformité doit être suffisamment grave. Si le produit ne correspond pas à la fiche technique sur un tout petit détail qui n'a aucune incidence sur l'usage du bien, l'acheteur ne peut pas s'en plaindre.



Prise d'otage

Après 3 mois, le constructeur n'a toujours pas renvoyé mon matériel réparé. Puis-je me retourner contre lui ?

Comme on l'a vu, les vices cachés ne donnent pas droit à réparation mais au remboursement du bien. Par conséquent, l'obligation de réparation n'existe que dans le cas d'une garantie commerciale (limitée par le vendeur à une durée précise) ou d'un défaut de conformité, c'est-à-dire que le problème survient dans les deux années qui suivent la vente. En cas de garantie commerciale, l'article L. 211-15 du Code de la consommation impose que soient précisées au contrat les modalités de la réparation du bien, et donc, par conséquent, le temps mis par le vendeur à le réparer/remplacer (sachant que, quand la durée d'immobilisation du bien dépasse sept jours, elle vient s'ajouter à la durée de la garantie qui restait à courir). Si la durée de 3 mois dépasse ce qui est prévu au contrat, vous pouvez vous retourner contre le vendeur. En cas de défaut de conformité, l'article L. 211-10 donne un mois au vendeur pour réparer ou remplacer le bien. S'il ne s'exécute pas dans ce délai, il doit alors rembourser l'acheteur.



Découragement

Le vendeur peut-il exiger que je renvoie le produit aux États-Unis pour que la garantie s'applique ?

Ici également, puisqu'il est question de SAV, on écarte la garantie pour les vices cachés. On se trouve donc dans l'hypothèse d'un défaut de conformité, et tant que le vendeur prend en charge les frais d'envoi – puisque rappelons que l'article L. 211-11 du Code de la consommation exige que la réparation ou le remplacement soit gratuit pour le consommateur –, c'est possible.

Leboncoin

J'ai acheté d'occasion un produit encore sous garantie mais le fabricant refuse d'accepter le SAV sous prétexte que celle-ci n'est "*pas transférable*". En a-t-il le droit ?

Puisqu'il est question de SAV, on écarte donc l'hypothèse de la garantie des vices cachés (qui ne permet qu'un remboursement du bien). Reste donc l'hypothèse d'un défaut de conformité, et il y a un débat car la loi ne s'exprime pas sur ce sujet. Toutefois, l'obligation de couvrir le défaut de conformité est née à la conclusion du contrat de vente entre le vendeur professionnel et le consommateur. Il est donc parfaitement envisageable d'en faire bénéficier tous ceux qui suivent l'acheteur initial dans la chaîne. Ainsi, que vous donniez ou vendiez un bien à un tiers, ce dernier peut agir contre le vendeur professionnel sur la base de la garantie de conformité. Quant à la garantie commerciale, il s'agit d'un contrat qui peut stipuler que la garantie ne joue que pour le premier acheteur et n'est pas cessible. À ce jour, la jurisprudence n'interdit pas clairement une telle restriction, en pratique très rare. Si le contrat ne précise rien à ce sujet, il convient de considérer, comme l'a fait la Cour de cassation le 6 février 2013, que la garantie commerciale est cessible.



Deutsche Qualität

Un fabricant est-il tenu d'accepter en SAV un produit acheté dans un autre pays de l'UE ?

Qui dit SAV, dit défaut de conformité et/ou garantie commerciale. Or, en cas de défaut de conformité, comme nous l'avons vu, le consommateur ne peut *a priori* se retourner que contre le vendeur professionnel avec lequel il a directement conclu la vente. Quant à la garantie commerciale, c'est un contrat qui n'engage que ses signataires, à savoir, celui qui a vendu le bien à l'acheteur, et l'acheteur. À défaut de retour chez le fabricant, seul le vendeur chez qui vous avez acheté le produit peut donc être obligé légalement de prendre en charge votre appareil au titre du défaut de conformité. Du moins est-ce le cas en France ! Car évidemment, ce sont les lois du pays où a été acheté l'objet – et donc conclu le contrat de vente – qui s'appliquent. Toutefois, il existe des exceptions mais elles restent au bon vouloir du vendeur. Apple propose par exemple une garantie internationale et acceptera de prendre en charge en France un iPad acheté aux États-Unis. Il vous faudra tout de même parfois démontrer que vous vous êtes bien acquitté des taxes et frais de douane lors de l'import…

"On ne remboursepa"

Le revendeur m'annonce que la réparation est impossible et me propose un remboursement de 50 % de la valeur d'achat. Dois-je accepter ?

Non. Que ce soit au titre de la garantie des vices cachés, qui prévoit un remboursement de la valeur du bien (article 1644 du Code civil) ou de la garantie de conformité, qui prévoit, en cas de réparation/remplacement impossible ou impliquant un coût disproportionné, que le consommateur peut se faire restituer le prix (L. 211-10 du Code de la consommation), vous n'avez pas à accepter 50 % de la valeur d'achat. En revanche, dans les deux cas, la loi prévoit que vous puissiez récupérer le bien et percevoir une partie du prix. Vous pouvez donc accepter cette solution, si cela vous intéresse de récupérer le bien défectueux, mais le vendeur ne peut vous y contraindre. Et en cas de garantie commerciale, cette dernière ne peut pas être moins intéressante que les deux garanties légales (L. 211-15 du Code de la consommation). Elle ne peut donc vous contraindre à accepter 50 % de la valeur d'achat du bien.


NVIDIA
Reviewer's Guide
NVIDIA
GEFORCE
GeForce 600M
700M
800M

Portable

évitez les pièges du marketing

Bien choisir, composant par composant

Vous souhaitez acheter ou racheter un PC portable ? Bien ! Vous aurez l'embarras du choix parmi la pléthore de tailles, formats et modèles disponibles chez les revendeurs. Et il y en a pour toutes les bourses : les prix varient actuellement d'un facteur 1 à 10, soit de 300 à 3 000 €. Dans votre quête du portable idéal, il vous faudra tout de même déjouer les impostures camouflées par certaines marques avec la complicité active des fabricants de composants. Leur credo ? Vous faire passer de vieilles vessies usagées pour des lanternes flambant neuves…

Les ventes de PC portables ont surpassé celles des "Desktop" au point que ce marché est devenu ultra-stratégique pour les fabricants : ceux-ci doivent impérativement sortir de nouveaux modèles tous les ans – parfois plus souvent – sous peine de se ringardiser. Malheureusement pour eux, l'intervalle entre deux évolutions technologiques ne cesse de s'allonger et le marketing doit tourner à plein régime pour combler artificiellement les trous. En clair : inventer de la nouveauté là où il n'y en a pas… quitte à mentir et utiliser des procédés qui frôlent la publicité mensongère. Les choses ont commencé à se gâter à partir de 2009, lorsqu'un fabricant de GPU eut l'idée saugrenulle de renommer sa génération précédente pour en faire une "nouvelle" gamme. À l'époque, cette pantalonnade franchement contestable n'avait arraché qu'un maigre hoquet d'indignation à la plupart de la presse. De notre côté, nous avions évidemment hurlé comme une meute de loups apercevant un agneau après trois mois de jeûne. En vain. Ce procédé détestable s'est largement banalisé aujourd'hui et plus personne ne s'en offusque. Par exemple, il est désormais considéré comme acceptable qu'une génération sur deux de GPU soit en fait un simple remarquage. Nvidia, AMD et plus récemment Intel sont passés maîtres dans l'art d'embrouiller le consommateur avec des dénominations commerciales trompeuses. Nous continuerons évidemment de hurler au scandale même si – il faut bien l'avouer – nous prêchons largement dans le désert.

Tous complices. Il serait toutefois injuste de blâmer uniquement les fabricants de composants. Lorsqu'on les interroge sur les causes profondes de ces agissements, la plupart rejettent la faute sur les constructeurs de portables. Selon eux, toutes les grandes marques exigeraient un renouvellement de leurs gammes avec une régularité d'horloge : conception en janvier, annonce en juin, disponibilité en septembre. Et peu importe que la prochaine architecture de CPU ou GPU soit prête ou pas. Si elle l'est, tant mieux, si elle ne l'est pas, renommez la précédente ! Au final, c'est le consommateur qui trinque puisque l'impression de nouveauté qui pousse à l'achat n'est qu'un leurre. Et il ne s'agit là que d'un des nombreux écueils qu'il convient d'éviter lors du choix d'un modèle. Une autre pratique exécrable – bien que très répandue – vient de la multiplication des sous-références. Prenons un exemple. Le fabricant Acerus propose un nouveau modèle WeshMate 850 qu'il envoie à la presse pour évaluation. Celui-ci est doté d'un Core i5 4260U, d'un SSD de 240 Go et de 12 Go de mémoire. Il récolte une bonne note lors des tests et vous décidez de l'acheter. Mais voilà : vous ne remarquez pas que le WeshMate 850 vendu chez Darty (votre revendeur favori) est en fait un WeshMate 850-1A9. Arrivé chez vous, quelque chose cloche. Et pour cause : la sous-référence "1A9" est en fait équipée d'un disque dur de 500 Go et pas d'un SSD. Si vous aviez commandé le WeshMate 850 chez Carrefour, vous auriez reçu la sous-version "2B7" avec 4 Go de RAM et chez LDLC, la "2BA" avec un Core i5 4200U. Impossible de s'y retrouver au final. Pire encore, le modèle de référence est parfois introuvable dans la configuration testée un peu partout ! En fin de compte, la seule solution pour faire le bon choix est d'étudier soigneusement la fiche technique (sans tenir compte du modèle) et de comparer les performances composant par composant. Bonne nouvelle : c'est ce que nous allons vous aider à faire dans ce dossier.

> Les grandes marques exigent un renouvellement de leurs gammes, nouveaux CPU / GPU prêts ou pas !

Apple : un bon élève ?

On peut sans doute critiquer Apple sur de très nombreux sujets mais il faut rendre à César ce qui lui appartient : la gamme des MacBook (Air et Pro) est parfaitement définie et l'acheteur sait exactement ce qu'il achète. Les déclinaisons sont limitées et les options peu nombreuses. Alors bien sûr, les MacBook ne sont que des PC portables vendus beaucoup plus cher que leurs équivalents "classiques" sous prétexte qu'ils disposent d'un joli logo, mais cette clarté dans la politique commerciale rassure à l'évidence bien les consommateurs. Sans compter que malgré la remise à jour annuelle de sa gamme, Apple s'astreint à une continuité fort appréciable. Les Mac Book Air sont par exemple disponibles en 11,6 et 13,3 pouces avec la même résolution depuis 2010 et seuls deux modèles de chaque sont proposés lorsqu'on se rend sur l'Apple Store. Il serait temps que les autres constructeurs se rendent compte que la simplicité d'utilisation d'un produit se mesure avant même l'achat…



Les mensurations idéales

Une affaire de confort

Voilà bien longtemps qu'un PC portable ne se choisit plus sur les seuls critères de puissance et de performances. Désormais, le confort d'utilisation est souvent primordial et l'écrasante majorité des acheteurs font leur choix en prenant en compte le design, l'épaisseur, la largeur, le poids, la qualité des plastiques ou celle de l'écran. Il n'est d'ailleurs plus rare de disposer de deux PC portables chez soi, chacun destiné à une utilisation différente ; l'un pour remplacer un PC de bureau, l'autre pour emmener dans les transports par exemple. Quelle que soit votre utilisation, voici quelques conseils pour orienter votre choix.



Pour ne pas se tromper et regretter ensuite un achat dispendieux, il est important de ne pas se laisser attirer par les sirènes du marketing, les communicants n'ayant qu'un but : vous convaincre que le modèle le plus cher est parfaitement adapté à vos attentes, peu importe lesquelles. Il convient donc d'être lucide sur ses besoins et l'usage auquel on destine le portable. S'il ne s'agit que de rédiger sporadiquement quelques tableaux Excel ou un rapport de stage, n'importe quelle patraque déprimante achetée en solde à la Foir'Fouille fera l'affaire. Tous les modèles actuels disposent de la puissance suffisante pour les applications bureautiques, profiter d'Internet ou lire un film dans de bonnes conditions. La question de la performance se pose en revanche si vous utilisez souvent votre PC portable avec des logiciels gourmands comme de la retouche d'image. Même chose lorsqu'il s'agit de jeux vidéo, nécessitant de grosses ressources CPU et GPU. Je me dois dès à présent de vous asséner l'horrible vérité : la technologie de 2014 n'est pas encore assez aboutie pour vous permettre de jouer aux derniers blockbusters ou de faire du montage vidéo avec un portable ultrafin et ultrasilencieux. Des compromis sont indispensables et cela commence par la taille.

Mobilité ? Qui dit portable dit déplacements, du moins en théorie : beaucoup d'utilisateurs utilisent leur machine chez eux, constamment branchée au secteur. Le rapport que vous avez à la mobilité conditionne largement le type de portable à choisir. S'il ne s'agit que de le déplacer d'un bureau à un autre, un modèle encombrant ne posera généralement pas de problème et s'avérera moins cher. Sans compter que vous pourrez opter pour une déclinaison plus puissante afin de l'utiliser comme un PC classique (jeux et autres). Si, à l'inverse, vous trinqueballez votre portable dans les transports et l'utilisez en permanence sur batterie, un modèle ultrafin ou ultracompact sera *a priori* plus adapté. Vraiment ? Pas sûr. Il faut se souvenir que les ultrabooks ont été conceptualisés par Intel aux alentours de 2009 et sont disponibles depuis 2011. Mais le géant de Santa Clara n'avait pas du tout anticipé le succès foudroyant d'un concurrent inattendu : l'iPad d'Apple.

Tactile or not tactile

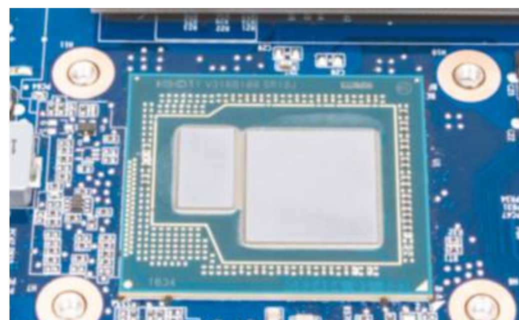
Autrefois réservé aux modèles les plus chers, l'écran tactile s'est largement démocratisé ces derniers mois. On trouve par exemple des ChromeBook d'Acer dotés d'une dalle multitouch à moins de 300 €. Malgré tout, une fois passé l'enthousiasme des premières heures, l'intérêt pour la fonctionnalité tactile s'estompe en réalité très vite. Il s'avère beaucoup plus commode en définitive d'utiliser un dispositif de pointage conventionnel pour travailler sur un portable. Pire : pour peu que vous ayez les doigts gras, vous aurez très vite l'impression d'avoir essuyé votre écran avec une tranche de jambon. Seule exception notable, les hybrides comme les IdeaPad Flex de Lenovo dont le clavier se replie pour donner une tablette obèse. Dans ce cas, il est évidemment indispensable de disposer d'une dalle tactile… mais l'intérêt d'une telle chose face à une "vraie" tablette demeure plus que limité.



Pour résumer, les portables ultrafins ont été conçus pour vous permettre de regarder un film dans le train sans subir l'encombrement d'un modèle classique. Malheureusement pour Intel, la démocratisation des tablettes a considérablement modifié les usages en l'espace de quelques années ; elles se sont accaparé ce créneau. Les ultrabooks sont désormais dans une position bancale puisqu'ils souffrent de tous les inconvénients dus à leur format (manque de puissance, prix…) sans vraiment bénéficier des avantages des tablettes en matière de compacité. Pour justifier le surcoût lié à ce type de portable, il faut donc que vous ayez besoin d'un véritable clavier pour travailler dans les transports (!) par exemple. L'argument du luxe haut de gamme s'est aussi émoussé : vous frimerez bien mieux avec le dernier iPad plutôt qu'avec un ultrabook à 2 000 €… Enfin, les tablettes ont fait une autre victime collatérale : les netbooks. Ces portables dotés d'écran de 10 pouces ont désormais presque totalement disparu des rayons par manque d'intérêt.

Avec ou sans GPU ?

Du point de vue de l'architecture interne, les portables se scindent en deux familles bien distinctes : ceux dotés d'une puce graphique dédiée (GPU) et les autres, qui utilisent le cœur graphique intégré au processeur (IGP). Il y a quelques années, il était totalement impossible de jouer avec un IGP tant les performances étaient mauvaises. Aujourd'hui, Intel et AMD ont fait de gros progrès à ce niveau et il est désormais possible de profiter de quelques jeux anciens en utilisant uniquement l'IGP. N'espérez toutefois pas une fluidité décente sur des titres de moins de 3 ans, surtout si votre écran est en 1080p. Lors du choix d'un portable, il demeure primordial de définir rapidement si vous avez besoin d'un "vrai" GPU ou pas : à qualité égale, il faut souvent compter le double du prix pour un modèle doté d'une puce graphique décente…



Côté usages, les ultrabooks peinent à se démarquer face aux tablettes

Pouces & pixels. Outre le format et toujours sans parler de performances, le choix d'un portable se fait en grande partie sur l'écran. Le premier critère est évidemment la taille : on trouve actuellement des modèles qui embarquent une dalle LCD de 10 à 17 pouces, soit de 25 à 43 cm. Cette diagonale n'a en définitive que peu d'influence sur le prix puisqu'il est possible de trouver un modèle 17 pouces à moins de 400 €.Là encore, tout est question d'usage et de compromis : si le visionnage d'un film est parfaitement possible quelle que soit la taille, l'utilisation d'un tableur ou d'un traitement de texte peut vite devenir désagréable sur un petit écran, en particulier si votre vue n'est pas parfaite. Pour travailler sur des logiciels bureautiques, nous vous déconseillons d'opter pour une dalle inférieure à 13-14 pouces. Cela ne s'applique évidemment pas si vous connectez un moniteur externe, ce qui devient de plus en plus courant. Dans tous les cas, la taille ne fait pas tout : la résolution, c'est-à-dire le nombre de pixels affichés à l'écran, est également primordiale. Un grand écran ne signifie pas forcément qu'il soit de bonne qualité. Par exemple, un 17 pouces à 400 € n'offrira généralement qu'une résolution de 1600 x 900 points, bien loin du 1080p (1920 x 1080) pourtant très appréciable pour cette taille. En règle générale, n'espérez pas obtenir du 1080p à moins de 600 € ; en deçà, il faudra vous contenter de 1366 x 768 jusqu'à 15 pouces et de 1600 x 900 au-delà. Si un 13 pouces en 1366 x 768 reste acceptable, un 15 pouces doté de la même définition devient franchement limite. Attention à ne pas non plus tomber dans l'excès inverse : au-delà de 1 000 €, on trouve désormais des dalles d'une résolution monstrueuse, jusqu'à 3200 x 1800 pour un 13 pouces par exemple. N'en déplaise au marketing, ces dalles s'avèrent parfaitement inutiles puisque non seulement il n'existe aucun contenu adapté, mais l'œil humain ne pourra pas distinguer les détails à une distance normale. Si vous comptez jouer, il faut également penser à l'impact qu'aura la résolution sur la fluidité : plus elle est élevée, plus le GPU devra être puissant pour fournir le même framerate (images/seconde). Un dernier conseil également : dans la mesure du possible, préférez les traitements "mats" aux "brillants", qui créent des reflets parfois insupportables sur les bordures.





Processeurs Mobile

La valse des références

Il existe d'innombrables références de portables qui ne se distinguent souvent que par une seule caractéristique. Pour faire le bon choix, il convient de se baser sur les fiches techniques et d'analyser l'impact de chaque composant indépendamment. Concernant les processeurs "Mobile", une chose est sûre : il est beaucoup plus difficile de s'y retrouver tant les appellations sont incohérentes. Pour tenter d'y voir plus clair, nous nous sommes livrés à une batterie de tests sur les références les plus courantes.

En prenant en compte uniquement les CPU Mobile basés sur la dernière architecture "Haswell" d'Intel, on dénombre quasiment une centaine de modèles différents. Les combinaisons entre la fréquence, le turbo, l'IGP, le nombre de cœurs, la dissipation thermique et la mémoire cache semblent sans fin. Pour s'y retrouver, le premier point à prendre en compte concerne les cœurs. Les Pentium et Celeron sont tous Dual-Core sans Hyper-Threading (HT). Il n'existe pas de différences techniques entre eux à l'exception de la fréquence. Parmi les Core, c'est plus compliqué. Tous les Core i3 et Core i5 "Mobile" sont également des Dual-Core mais dotés de l'HT. Ils se distinguent par la présence (ou non) du mode Turbo, uniquement disponible sur les seconds. Pour les Core i7, seuls les modèles dont la référence est supérieure à 4700 sont des Quad-Core (avec HT) ; les autres – le Core i7 4650U par exemple – sont des Dual-Core avec HT. Qu'est-ce qui les différencie alors des Core i5 ? 4 Mo de cache L3 au lieu de 3. Vous êtes perdu ? C'est voulu. Et je ne vous ai pas encore parlé des suffixes.

Ça suffix ! Un "Q", un "X" ou un "C" indiquent un Quad-Core. Un "U" correspond à une version basse consommation (15-30 W) et un "Y" à une déclinaison très basse consommation (< 15 W). Le "M" nous renseigne sur le caractère amovible de la puce (PGA) alors que les "H" et "E" sont soudés sur la carte mère (BGA). Arrggh ! Abrégeons. Aujourd'hui, évitez d'abord les modèles basés sur l'ancienne architecture "Ivy Bridge" qui n'ont plus lieu d'être : tous les Core inférieurs à 4000, les Pentium à 3000 et les Celeron à 2000. Fuyez aussi les processeurs dotés du préfixe "N" : Pentium N3520 ou Celeron N2810 par exemple. Ils n'ont rien à voir avec les autres malgré leur appellation trompeuse : il s'agit en fait de puces *Bay Trail*, la dernière génération d'Atom dont les performances sont misérables. Pour une utilisation classique, un Pentium ou un Core i3 suffit largement. Si vous souhaitez jouer en revanche, un Core i5 représente le strict minimum. Un Quad-Core s'avérera souvent nettement plus adapté même s'il chauffe beaucoup plus et qu'il nécessitera un châssis plus gros pour assurer la dissipation. Vous noterez enfin que je ne vous ai pas entretenu d'AMD. ~~Le chèque n'est pas arrivé assez tôt.~~ En réalité, les puces A4/A6/A10 du fabricant ne sont pas du tout compétitives en termes de rapport consommation/performances, point crucial dans un portable. Sur 650 modèles de portables référencés chez LDLC par exemple, seuls 20 utilisent des puces AMD et la majorité sont des modèles "E1" proches des Atom… que nous vous déconseillons au même titre.

> Pour une utilisation classique, un Pentium ou un Core i3 suffit largement



Un CPU Mobile au format PGA (amovible).



Gogogadgetométhodo

Pour un testeur, comparer des processeurs Mobile est un cauchemar dans la mesure où il est impossible de disposer d'un PC portable pour chaque modèle différent de CPU. Sans compter qu'il faudrait que tout le reste de la configuration soit identique. Pour pallier ce problème, nous avons utilisé une astuce : une carte mère de développement Mini-ITX dotée d'un socket G3 capable d'accepter les puces Mobile "Haswell". Avec seulement 5 CPU de différentes familles et quelques outils destinés aux tests de validation, il est possible de simuler la plupart des références disponibles. Tous les tests ont été réalisés avec 8 Go de RAM et une GeForce GTX 760 Ti, de quoi simuler un portable de gamer puissant.

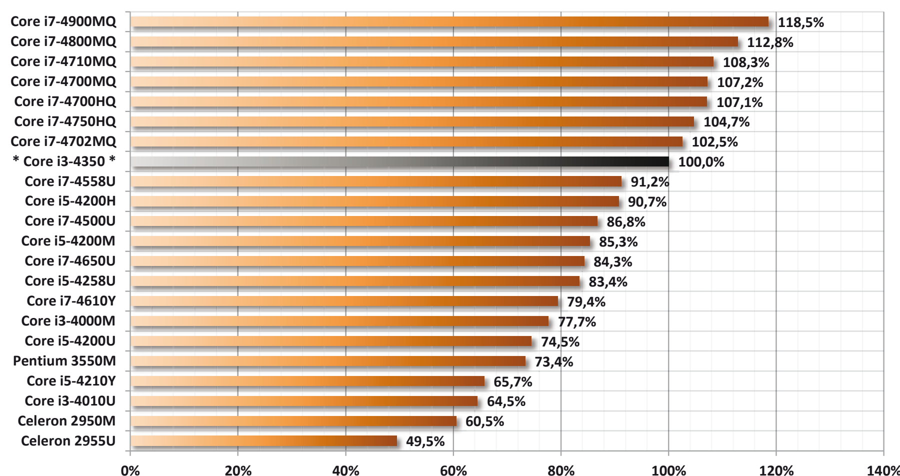
* Spécifications des processeurs Mobile "Haswell" *Sélection effectuée sur ~1 000 références de portables*

	Cœurs	Fréq.	Fréq. +	Turbo	Cache L3	IGP	IGP Fréq.	TDP
Core i7-4900MQ	4 (8)	2,80 GHz	3,60 GHz	3,80 GHz	8 Mo	GT2 (20u)	1300 MHz	47 W
Core i7-4800MQ	4 (8)	2,70 GHz	3,50 GHz	3,70 GHz	6 Mo	GT2 (20u)	1300 MHz	47 W
Core i7-4750HQ	4 (8)	2,00 GHz	3,00 GHz	3,20 GHz	6 Mo	**GT3e (40u+)**	1300 MHz	47 W
Core i7-4710MQ	4 (8)	2,50 GHz	3,30 GHz	3,50 GHz	6 Mo	GT2 (20u)	1150 MHz	37 W
Core i7-4702MQ	4 (8)	2,20 GHz	2,90 GHz	3,20 GHz	6 Mo	GT2 (20u)	1150 MHz	37 W
Core i7-4700MQ	4 (8)	2,40 GHz	3,20 GHz	3,40 GHz	6 Mo	GT2 (20u)	1150 MHz	47 W
Core i7-4700HQ	4 (8)	2,40 GHz	3,20 GHz	3,40 GHz	6 Mo	GT2 (20u)	1200 MHz	47 W
Core i7-4650U	2 (4)	1,70 GHz	2,30 GHz	3,30 GHz	4 Mo	**GT3 (40u)**	1100 MHz	15 W
Core i7-4610Y	2 (4)	1,70 GHz	???	2,90 GHz	4 Mo	GT2 (20u)	850 MHz	11,5 W
Core i7-4558U	2 (4)	2,80 GHz	3,20 GHz	3,30 GHz	4 Mo	**GT3 (40u)**	1200 MHz	28 W
Core i7-4500U	2 (4)	1,80 GHz	2,70 GHz	3,00 GHz	4 Mo	GT2 (20u)	1100 MHz	15 W
Core i5-4258U	2 (4)	2,40 GHz	???	2,90 GHz	3 Mo	**GT3 (40u)**	1100 MHz	28 W
Core i5-4210Y	2 (4)	1,50 GHz	1,60 GHz	1,90 GHz	3 Mo	GT2 (20u)	850 MHz	11,5 W
Core i5-4200U	2 (4)	1,60 GHz	2,30 GHz	2,60 GHz	3 Mo	GT2 (20u)	1000 MHz	15 W
Core i5-4200M	2 (4)	2,50 GHz	3,00 GHz	3,10 GHz	3 Mo	GT2 (20u)	1150 MHz	37 W
Core i5-4200H	2 (4)	2,80 GHz	3,30 GHz	3,40 GHz	3 Mo	GT2 (20u)	1150 MHz	47 W
Core i3-4010U	2 (4)	1,70 GHz	N/A	N/A	3 Mo	GT2 (20u)	1000 MHz	15 W
Core i3-4000M	2 (4)	2,40 GHz	N/A	N/A	3 Mo	GT2 (20u)	1100 MHz	37 W
Pentium 3550M	2 (2)	2,30 GHz	N/A	N/A	2 Mo	GT1 (10u)	1100 MHz	37 W
Celeron 2955U	2 (2)	1,40 GHz	N/A	N/A	2 Mo	GT1 (10u)	1000 MHz	15 W
Celeron 2950M	2 (2)	2,00 GHz	N/A	N/A	2 Mo	GT1 (10u)	1100 MHz	37 W

La vingtaine de modèles que nous avons retenus couvrent 90 % des portables basés sur une puce Haswell vendus en juin 2014.

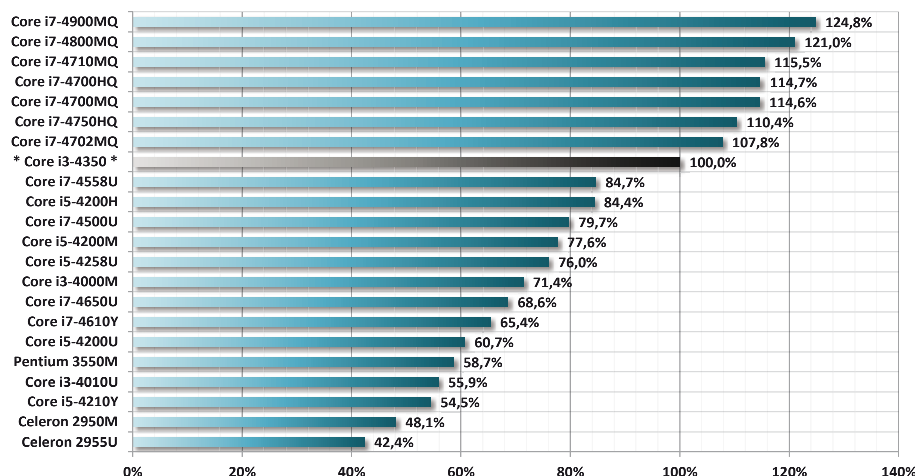
Plusieurs commentaires s'imposent. Tout d'abord, les Quad-Core sont l'exception. Même une bonne partie des Core i7 Mobile sont en fait des Dual-Core. Autre chose : le tableau comporte une colonne "Fréq." qui indique la fréquence minimum garantie dans tous les cas mais aussi une colonne "Fréq. +". Celle-ci correspond à la fréquence minimum garantie si le fabricant du portable fait bien son boulot en matière de refroidissement. En pratique, il est par exemple impossible de savoir si votre machine à base de Core i7 4500U fonctionnera à 1.8 ou 2.7 GHz de base, ce qui représente tout de même une différence énorme ; tout dépendra du soin apporté par le fabricant lors de la conception. Cette inconnue (le cTDP) brouille encore plus les pistes au moment du choix : deux portables basés sur un hardware exactement identique peuvent donc avoir des performances CPU très différentes !

* Performances - Applications courantes *Boot Windows, recherche email, scan antivirus, compression de fichiers, UnPAR, Bench Javascript, application de filtres Photoshop*



Il est important de dire que ces tests ont été réalisés dans des conditions de refroidissement optimales. Si le fabricant du portable a conçu son système de dissipation au plus juste, les résultats seront inférieurs. À titre de référence, nous avons utilisé un modeste Core i3 4350 "Desktop". Comme on le voit, il se situe aux alentours des premiers Quad-Core "Mobile" grâce à sa fréquence fixe de base nettement plus élevée (3.6 GHz) ! Toutefois, l'écart avec le Core i3 "Mobile" le plus modeste (4010U) n'est finalement "que" de 35 %. On constatera que la dénomination commerciale ne permet quasiment jamais de se faire une idée des performances réelles.

* Performances moyennes - Jeux vidéo *Tomb Raider, F1 2013, GRID 2, Assassin's Creed IV, Batman : Arkham Origins, Civilization V : G&K, Skyrim, Crysis 3, Mass Effect 3, Metro : Last Night, BioShock : Infinite, Far Cry 3*



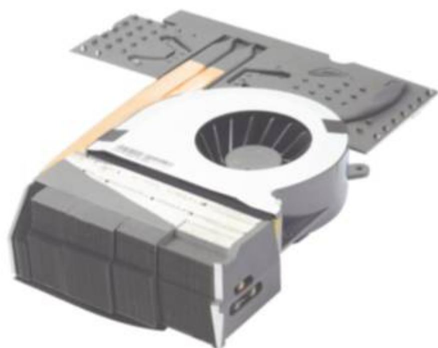
Pour les tests de jeux vidéo, nous avons utilisé une GeForce GTX 760 classique, qui correspond grosso modo au GPU Mobile le plus puissant actuel, le GTX 880M. Les tests ont été également réalisés dans des conditions de dissipation thermique "idéales". Les écarts de performances sont bien plus marqués pour les Quad-Core Mobile. Le moins performant d'entre eux offre tout de même un gain de 100 % en framerate par rapport à un Core i3 Mobile d'entrée de gamme alors que c'est le GPU qui fait le plus gros du travail. On notera les bonnes performances du Core i3 4000M qui s'en sort avec les honneurs en parvenant à devancer certains Core i7 ! Certes, il consomme au moins deux fois plus, mais tout de même...

GPU Mobile
Le royaume de l'esbroufe

Il y a quelque chose de pourri au royaume des puces graphiques pour portables. Et je ne parle pas d'un léger fumet rance, non, je parle d'une odeur nauséabonde de cadavre véreux en putréfaction. À ce rythme, les pratiques trompeuses qui sont devenues la règle dans ce milieu finiront probablement un jour au tribunal pour publicité mensongère voire escroquerie. Une petite visite dans le musée des horreurs du marketing, ça vous dit ? C'est par ici…


Un GPU Mobile au format MXM et son système de dissipation.

Tout d'abord, une évidence : quoi qu'en disent les fabricants, les vendeurs de la Fnac ou BeLiebZ95 du forum de Froufrou-hardware, une puce graphique dédiée n'a d'intérêt dans un portable QUE pour jouer. Les arguments qui prétendent qu'un GPU "Mobile" serait préférable pour lire une vidéo HD ou – pire encore – améliorer l'autonomie ne sauraient décemment prospérer. Dans la même veine, la présence d'une puce "GeForce" ou "Radeon" dans un portable ne signifie pas forcément que vous pourrez profiter des derniers jeux à la mode : certaines sont tellement lentes qu'elles ne font pas mieux que l'IGP gratuit intégré à tous les processeurs. À quoi servent-elles alors ? À faire joli sur la fiche technique pour pousser le ~~gogo~~ client à l'achat, tout comme les gigaoctets de mémoire superflus sur les cartes graphiques d'entrée de gamme. Mais le marketing ne s'arrête pas là. Comme nous l'expliquions dans l'introduction, la pratique du renommage est aujourd'hui devenue quasi-systématique. Nvidia et AMD annoncent régulièrement en grande pompe de "nouvelles" puces graphiques Mobile qui cachent en réalité les précédentes sous une autre étiquette. Et l'opération se répète parfois 2 ou 3 fois de suite ! Le GPU GF117 de Nvidia sorti en 2012 sous le nom de "GeForce 620M" est ainsi devenu le "GeForce 720M" en 2013. Aujourd'hui, il convient de l'appeler le "GeForce 820M" depuis une annonce du fabricant en début d'année. Un acheteur néophyte qui souhaiterait renouveler son portable pour passer d'un 620M à un 820M se verra donc refourguer la même camelote deux ans plus tard. Les Radeon HD "Mobile" ne sont évidemment pas en reste puisque AMD utilise les mêmes procédés.


Avec un GPU consommant plus de 75 W, le ventirad intégré peut s'avérer massif et bruyant.

> Une puce graphique dédiée n'a d'intérêt dans un portable QUE pour jouer

Pompon. Mais le pire est à venir. Si le remarquage à la chaîne ne peut tromper qu'un néophyte, d'autres procédés marketing encore plus détestables sont venus parachever l'œuvre en rendant les performances quasi impossibles à évaluer, même pour un technicien aguerri. Tout d'abord, comme chez Intel pour certains CPU, il règne un flou artistique sur les fréquences : elles dépendent désormais des capacités de dissipation du portable et donc du bon vouloir de son fabricant. Nvidia l'a d'abord admis dans une présentation avant de démentir sur le Web mais nous sommes formels : lors des tests, il est apparu que la fréquence DE BASE du même GPU pouvait bien passer SOUS le seuil minimum après une montée en température. Les tests ne permettent donc plus que d'obtenir une grossière estimation des performances qui varieront dans une plage de valeurs inconnue. Enfin, cerise sur le gâteau, les fabricants ont franchi l'ultime étape : deux GPU portant le même nom peuvent être équipés de puces totalement différentes. La GeForce GTX 860M est par exemple disponible en deux versions : l'une basée sur un GPU Kepler d'ancienne génération, l'autre avec un GPU Maxwell plus récent. Comment distinguer les deux ? Impossible si la fiche technique ne le précise pas ! Nvidia tente de justifier l'injustifiable en prétendant que les performances seraient comparables entre les deux versions mais c'est feindre d'oublier que la consommation électrique est très largement inférieure sur la nouvelle génération ; un point qui ne peut être qualifié d'anecdotique pour une puce Mobile ! Et pour parachever le tableau, on peut également parler de la mémoire utilisée : sur certains modèles, il peut s'agir soit de DDR3, soit de GDDR5 en fonction de la marée. Au final, mieux vaut consulter Mr Boubacar – grand médium sénégalais mondialement connu à Barbès – pour se faire une idée sur les performances d'un GPU Mobile…

AMDéprime. Et AMD dans tout ça ? Ce n'est pas la joie. AMD est clairement à la ramasse en ce qui concerne l'efficacité énergétique, tant avec ses CPU par rapport à Intel que pour ses GPU face à Nvidia. Or, la consommation électrique est directement liée à l'autonomie, cruciale pour un portable. Cela explique en partie pourquoi ses concurrents dominent outrageusement ce marché. En coulisses, beaucoup de fabricants se plaignent aussi du support catastrophique qu'ils ont reçu d'AMD lors de la génération des Radeon HD 7000M : de nombreux problèmes tant hardware que software sont survenus et le fabricant a beaucoup trop tardé à réagir ; dans l'industrie, ça ne s'oublie pas. En définitive, les Radeon HD "Mobile" ont quasiment disparu du marché. Le recensement que nous avons effectué sur plus de 1 000 références (LDLC, Grosbill, Rue du Commerce et Materiel.Net) montrent qu'à peine 5 % des portables sont aujourd'hui dotés d'une puce AMD.



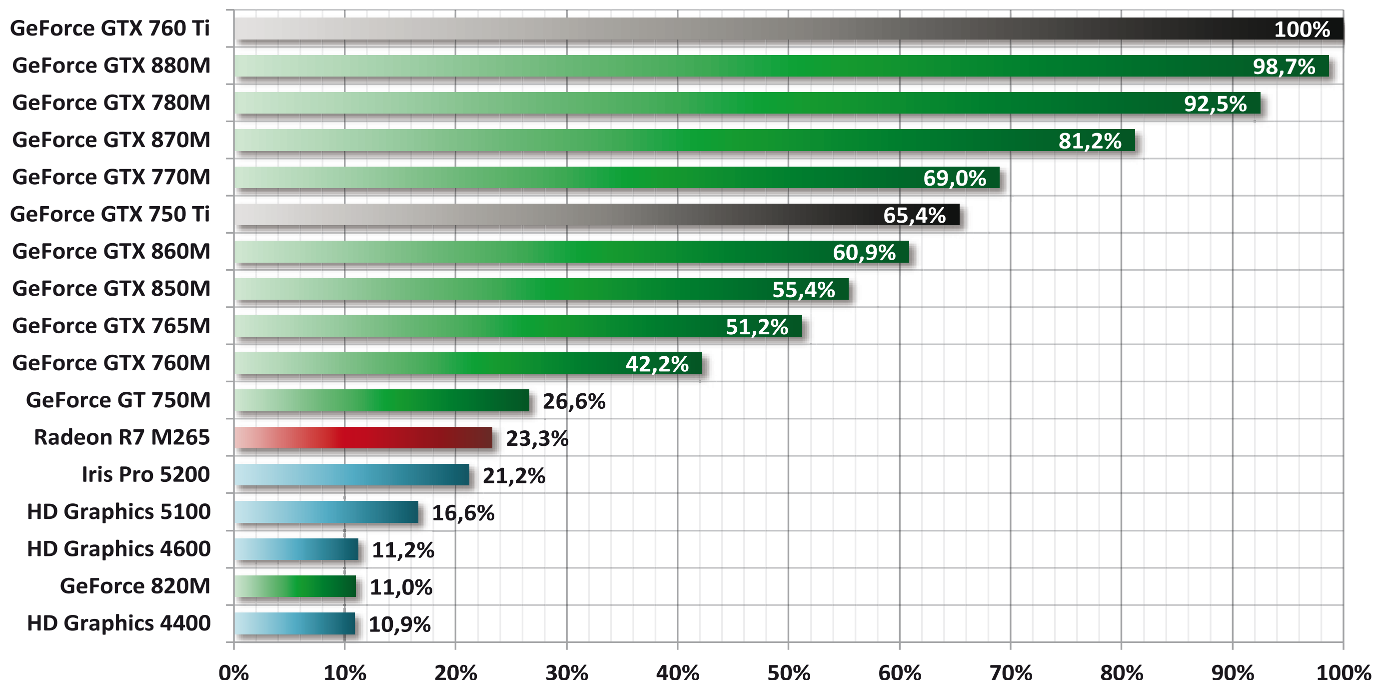
Méthododéglingo

Si la solution technique que nous avons trouvée pour tester les CPU Mobile est globalement satisfaisante, il n'en va pas de même pour les GPU dédiés aux portables. Il nous est certes venu à l'esprit d'utiliser un adaptateur MXM -> PCIe de développement, mais les cartes sont introuvables ou hors de prix. En fin de compte, le procédé le plus satisfaisant que nous ayons choisi a consisté à squatter pendant deux jours l'entrepôt d'un gros revendeur complice pour avoir accès à une vaste gamme de portables. Nous avons réuni des modèles disposant d'un CPU de puissance similaire (en nous basant sur les tests de la page précédente) mais avec différents types de GPU Mobile. L'expérience fut extrêmement rébarbative et souffre de lacunes : certaines combinaisons n'étant pas disponibles, nous avons dû passer à la trappe quelques modèles de puces graphiques heureusement assez rares.

* Spécifications des GPU Nvidia

GPU Mobile Nvidia	GPU	Shaders	Fréq.	RAM Fréq.	RAM Bus	RAM Type	RAM BW	TDP	Commentaire
GeForce GT 750M	GK107	384	967 MHz	1,25 GHz	128 bit	DDR3/GDDR5	80 Go/s	50 W	Dymo Alert ! GT 650M renommée. Gare à la DDR3 !
GeForce GTX 760M	GK106	768	657 MHz	1,00 GHz	128 bit	GDDR5	64 Go/s	55 W	Vrai nouveau GPU. Bon rapport TDP/performances.
GeForce GTX 765M	GK106	768	850 MHz	1,00 GHz	128 bit	GDDR5	64 Go/s	65 W	Idem précédent. GK106 original. Bon compromis.
GeForce GTX 770M	GK106	960	811 MHz	1,00 GHz	192 bit	GDDR5	96 Go/s	75 W	Dymo Alert ! GTX 680M renommée = GTX660 Desktop
GeForce GTX 780M	GK104	1536	823 MHz	1,25 GHz	256 bit	GDDR5	160 Go/s	122 W	Dymo Alert ! GTX 680MX renommée. Conso énorme.
GeForce 820M	GF117	96	1438 MHz	1,00 GHz	64 bit	DDR3	16 Go/s	35 W	Vieille bousasse infâme (= GT 620M / = GT 720M).
GeForce 830M	GM108	256	950 MHz	1,00 GHz	64 bit	DDR3	16 Go/s	25 W	Maxwell mini. Probablement beaucoup trop castré.
GeForce 840M	GM108	384	1030 MHz	1,00 GHz	64 bit	DDR3	16 Go/s	30 W	Maxwell mini. Manque encore de corones.
GeForce GTX 850M	GM107	640	935 MHz	1,25 GHz	128 bit	DDR3/GDDR5	80 Go/s	40 W	Fuir la version DDR3 et sa BP de 32 Go/s !
GeForce GTX 860M	GM107	640	1030 MHz	1,25 GHz	128 bit	GDDR5	80 Go/s	40 W	Version basée sur le nouveau GPU Maxwell.
GeForce GTX 860M BS	GK104	1152	800 MHz	1,25 GHz	128 bit	GDDR5	80 Go/s	75 W	*BullShit Edition* . Basé sur Kepler. Consomme double.
GeForce GTX 870M	GK104	1344	940 MHz	1,25 GHz	192 bit	GDDR5	120 Go/s	100 W	Dymo Alert ! GTX 775M (Kepler) remarquée. Conso !
GeForce GTX 880M	GK104	1536	955 MHz	1,25 GHz	256 bit	GDDR5	160 Go/s	105 W	Dymo Alert ! GTX 780M (Kepler) remarquée.

* Performances moyennes - Jeux vidéo *Tomb Raider, F1 2013, GRID 2, Assassin's Creed IV, Batman : Arkham Origins, Civilization V : G&K, Skyrim, Crysis 3, Mass Effect 3, Metro : Last Night, BioShock : Infinite, Far Cry 3*



Sur un PC de bureau, nous considérons que la GTX 760 Ti est le ticket d'entrée minimum pour jouer à tous les jeux récents sans trop se poser de questions et qu'en deçà d'une GTX 750 Ti, il faudra faire de gros sacrifices sur la fluidité ou la qualité graphique. Ce graphique récapitulatif nous enseigne plusieurs choses. Tout d'abord que le GPU Mobile le plus puissant actuellement parvient à peine à rivaliser avec une carte graphique normale de milieu de gamme. Ensuite, qu'en dessous d'une GeForce GTX 760M, l'intérêt d'un chip graphique dédié est quasi nul. Le 750M fait par exemple à peine mieux que l'IGP le plus rapide d'Intel. Et ne parlons même pas des choses infâmes, comme le GTX 820M, qui ne servent qu'à consommer du courant sans rien apporter en termes de performances. Si nous ne devions choisir qu'un seul GPU Mobile, ce serait sans conteste le GeForce GTX 860, mais attention : la déclinaison basée sur Maxwell testée ici et surtout pas celle de Kepler ! Ses performances sont limitées mais correctes, elle consomme relativement peu et son prix reste raisonnable. Le ticket d'entrée pour un portable qui permet vraiment de jouer se situe donc aux alentours de 1 000 €.



Stockage

Du SSD sinon rien

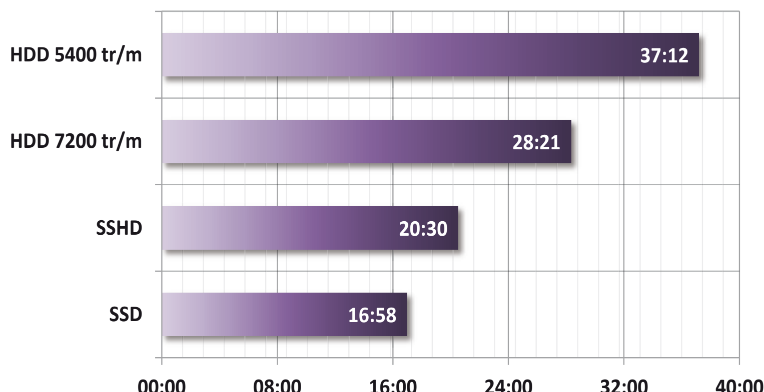
Les SSD sont très clairement le moyen de stockage idéal pour un appareil mobile : non seulement ils sont insensibles aux chocs et vibrations que les disques durs détestent, mais l'absence de moteur leur permet de consommer nettement moins d'énergie ; l'autonomie s'en verra donc améliorée. Enfin, le gain en rapidité est flagrant : un SSD offrira une réactivité bien meilleure dans les applications quotidiennes. Y a-t-il donc encore une raison de choisir autre chose ?

En réalité oui. D'abord, même si le prix au gigaoctet des SSD s'effondre, il demeure encore très largement supérieur à celui des disques durs. Au-dessus de 600 ou 700 €, le SSD s'impose. Dans l'entrée de gamme en revanche, difficile de trouver autre chose qu'un disque dur. À ce sujet, méfiez-vous comme de la peste des néo-netbooks à 300 € qui embarquent un micro-SSD de 16 ou 32 Go. Avec une telle capacité dérisoire, les limitations se feront très vite sentir. Ensuite, si vous avez besoin de beaucoup d'espace pour stocker des données volumineuses, le disque dur reste roi. Non seulement un modèle de 1 To coûte 10 fois moins cher qu'un SSD de taille équivalente, mais il n'existe pour le moment aucun autre moyen de caser 2 To de fichier sans avoir recours à un périphérique externe. Les amateurs de photos ou de séries en HD qui utilisent leur portable comme machine principale en seront pour leurs frais ; certains modèles comportent bien deux emplacements 2.5" (HDD+SSD), mais ils sont rarissimes. Quelques fabricants ont tout de même tenté de résoudre l'équation avec élégance. Western Digital propose par exemple le Black² Dual Drive qui intègre un SSD de 120 Go et un disque dur de 1 To dans une seule unité 2.5 pouces. Problème : cet hybride est hors de prix (presque 300 €) et son épaisseur de 9.5" pose problème dans bon nombre de machines. La solution la plus efficace reste les SSHD de Seagate. Il s'agit d'un disque dur classique doté d'un petit SSD de 8 Go qui fait office de cache de manière transparente. Et les résultats sont très corrects, sans compter que leur prix est très raisonnable (85 € pour un modèle de 1 To). Dommage qu'il n'existe pas encore de SSHD de 2 To ! Dans tous les cas, si vous devez vraiment vous rabattre sur un disque dur, évitez à tout prix les modèles 5400 tr/min. Nous vous les déconseillons déjà dans les PC de bureau, mais dans un portable, la chute de performances est encore plus dramatique. Pour un SSD par contre, n'importe quel modèle fera parfaitement l'affaire… sauf un OCZ évidemment !

SSD DIY

Petite astuce : nous avons constaté que pour des raisons de stocks, les fabricants de portables surfacturaient souvent l'option "SSD" de leurs machines. Cela est particulièrement vrai pour les portables de milieu de gamme (vendus entre 500 et 800 €) et la récente annonce de nouveaux SSD encore moins chers n'a fait qu'accentuer le phénomène. Lorsque c'est possible, il est alors souvent plus intéressant d'acheter une référence dépourvue de SSD et d'en rajouter un soi-même. L'opération est très facile pour peu que l'emplacement soit accessible, ce qui est généralement le cas dans cette gamme de prix. Sur les ultrabooks, l'opération s'avère plus compliquée : il faut démonter la coque avec soin. Dans tous les cas, faites le calcul si votre budget est limité !

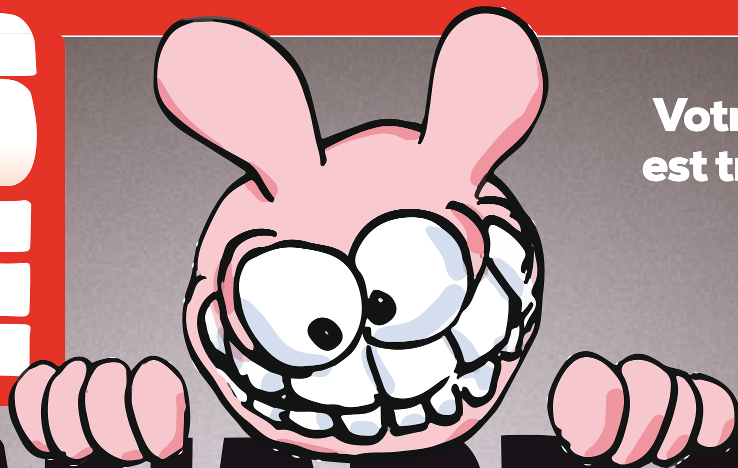
* Performances - Applications courantes *Impact du type de stockage sur les performances*



Ces tests sont effectués avec un portable identique (MSI GT70) dans lequel nous avons monté quatre différents types d'unités de stockage de 500 Go : un SSD Intel 520, un Momentus 5400 tr/min, un Momentus 7200 tr/min et enfin un SSHD. Pour chaque configuration, la batterie de tests est chronométrée trois fois de suite et additionnée. Il s'agit d'applications réelles et non de tests de débits théoriques, ce qui rend les écarts encore plus notables. L'intérêt du SSD saute aux yeux, tout comme la chute de performances du modèle 5400 RPM face au 7200. Le SSHD s'en tire de manière excellente. En cas de budget limité, il s'agit là du choix idéal.

HORS SÉRIE

Votre PC portable est trop lourd pour les vacances ?



CANARD PC

Le guide ultime du jeu sur mobile



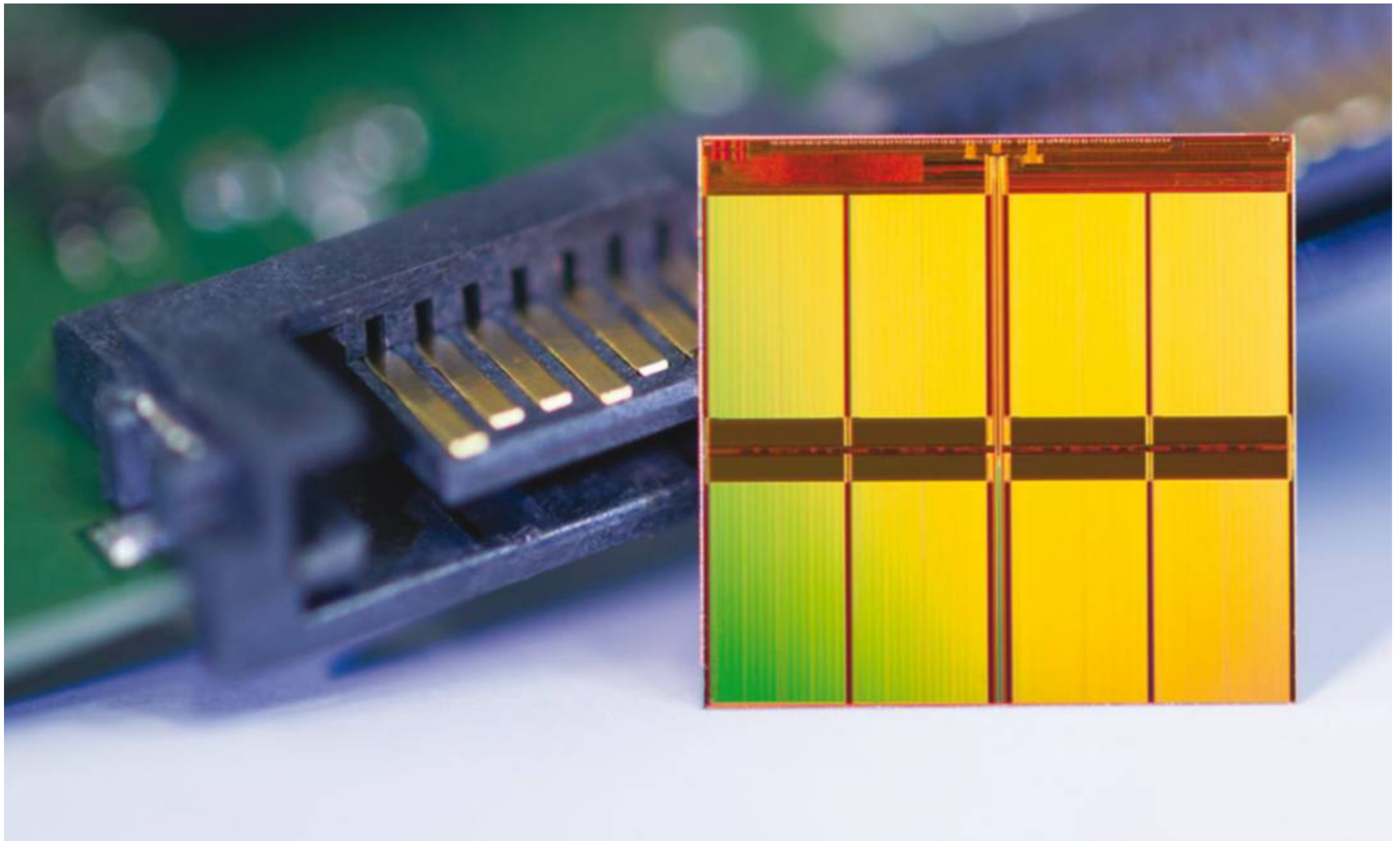
Les 350 meilleurs jeux en 20 catégories

Pour téléphones et tablettes (iPhone, iPad, Android et Windows Phone)

En vente en kiosque dès le 5 juillet

La mémoire flash

Depuis quelques années, elle est partout : dans votre smartphone, dans votre appareil photo, accrochée à vos clés ou même au cœur de votre PC pour peu que vous suiviez scrupuleusement nos conseils. De qui parlons-nous ? De la mémoire flash évidemment ! En quelques années, elle a remplacé peu à peu les anciennes technologies de stockage au point de s'attaquer désormais aux disques durs. Il était temps de lever les mystères qui planent autour de son fonctionnement.



L'histoire de la mémoire flash est intimement liée à celle de la conservation des données : depuis les débuts de l'informatique, les ingénieurs cherchent un moyen d'enregistrer facilement des informations dans une puce électronique. Dans les années 50, la solution la plus utilisée pour cet usage portait le nom de mémoire à tore magnétique : elle était composée d'un élément, le tore, traversé par des fils qui indiquaient la présence d'un 1 ou d'un 0 en fonction de la polarité du champ magnétique. Elle était non volatile (c'est-à-dire qu'elle ne perdait pas son état en l'absence d'alimentation, contrairement à la DRAM) mais la lecture était destructive et nécessitait de réécrire la valeur à chaque accès. Pour pallier ce défaut, il a donc fallu trouver d'autres technologies pour enregistrer des données. C'est en 1956 que la première mémoire ROM (*Read Only Memory* - mémoire en lecture seule) a été inventée. Comme son nom l'indique, elle ne pouvait être que lue : elle était programmée en usine au moment de sa fabrication et aucune modification n'était possible ensuite. Malgré ce problème, la ROM a longtemps été utilisée pour stocker les firmwares de différents appareils, c'est-à-dire le logiciel de base qui permet de configurer le hardware. Avec le temps, le besoin de mettre à jour les données placées dans une ROM s'est fait sentir et diverses évolutions sont apparues. La première date de 1971 et a été inventée par un ingénieur de chez Intel : l'EPROM (EP signifie ici *Erasable Programmable*, soit "effaçable et programmable"). Il s'agissait d'une ROM qui pouvait être effacée puis réécrite afin de corriger un bug dans un firmware sans changer la puce. Les EPROM sont encore parfois utilisées bien qu'elles souffrent d'un défaut : la remise à zéro de la mémoire nécessite une exposition à un rayonnement ultraviolet ; il faut donc déplacer le composant sous une lampe à UV pour l'effacement, puis dans un programmateur pour la réécriture. Pour améliorer le processus, un ingénieur

> Avec la diminution des coûts, la mémoire flash s'est imposée comme un format de stockage universel

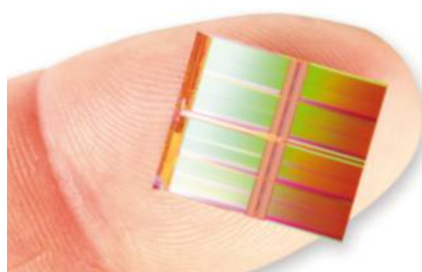


Onze ans séparent ces deux cartes. La plus grande (CompactFlash) a une capacité de 16 Mo, la plus petite (microSD) une capacité de 64 Go, soit 4 000 fois plus.

de chez Intel a développé en 1978 ce qui préfigure la mémoire flash : l'EEPROM (EEP signifie *Electrically Erasable Programmable* – "effaçable et programmable électriquement"). Cette fois, la programmation est beaucoup plus simple : elle s'effectue électriquement et ne demande pas de matériel supplémentaire.

Tout électrique. C'est en 1984 qu'un ingénieur de chez Toshiba – le Dr Fujio Masuoka – inventa la mémoire flash. Selon la légende, le nom a été choisi par un de ses collègues qui trouvait que le processus d'effacement faisait penser à un flash d'appareil photo et l'analogie est restée. Son gros avantage par rapport aux technologies précédentes vient du fait qu'il est désormais possible de modifier un seul bit de la puce. Auparavant, il fallait effacer l'intégralité du contenu pour pouvoir réécrire à nouveau des données. Intel (encore) a vu très tôt le potentiel et a proposé sa première puce en 1988. Il s'agissait d'une mémoire de type NOR capable de remplacer une EEPROM classique. Et ce fut un succès. Grâce à leur simplicité de programmation et leur fiabilité, ces puces ont rapidement remplacé les anciennes technologies destinées à stocker les firmwares dans le monde industriel. Une nouvelle étape dans la démocratisation de la mémoire flash est franchie en 1994 avec le lancement par Sandisk des premières cartes CompactFlash. Dérivées des cartes au format PCMCIA de l'époque, elles offraient une capacité de 2 à 15 Mo dans un module plus compact et plus facilement intégrable dans un appareil mobile. Le succès fut là aussi rapidement au rendez-vous pour deux raisons : le mode TrueIDE qui proposait d'utiliser la carte comme s'il s'agissait d'un disque dur classique (ce qui préfigurait les SSD) et l'arrivée des premiers appareils photo numériques. Kodak proposait par exemple dès 1996 un modèle équipé d'un lecteur de cartes CompactFlash, le DC25, qui disposait d'un capteur de 0,2 mégapixel (les images avaient une définition de 493 x 373 pixels) et pouvait enregistrer 13 clichés sur la carte de 2 Mo fournie. Vingt ans après, le format CompactFlash existe toujours et les cartes actuelles offrent une capacité pratiquement 35 000 fois plus élevée : de 15 Mo en 1994, elles atteignent 512 Go en 2014 ! D'autres solutions ont bien évidemment été proposées durant toutes ces années mais peu ont survécu : en dehors des cartes SD (Secure Digital) et microSD (Transflash) qui sont encore très utilisées, qui se souvient des Memory Stick, RS-MMC, miniSD, xD Picture Card ou SmartMedia ?

Un format universel. C'est à la même époque que la "NAND" a commencé à prendre le pas sur la "NOR". Il s'agit d'un type de mémoire flash qui permet d'améliorer la densité pour offrir une capacité plus élevée. Son nom provient du fonctionnement interne proche de la porte logique du même nom. Si la NOR et la NAND sont assez semblables techniquement, la première est plus adaptée au remplacement d'une EEPROM alors que la seconde est parfaite pour du stockage.


Un die de mémoire flash d'une capacité de 128 gigabits, soit 16 Go.

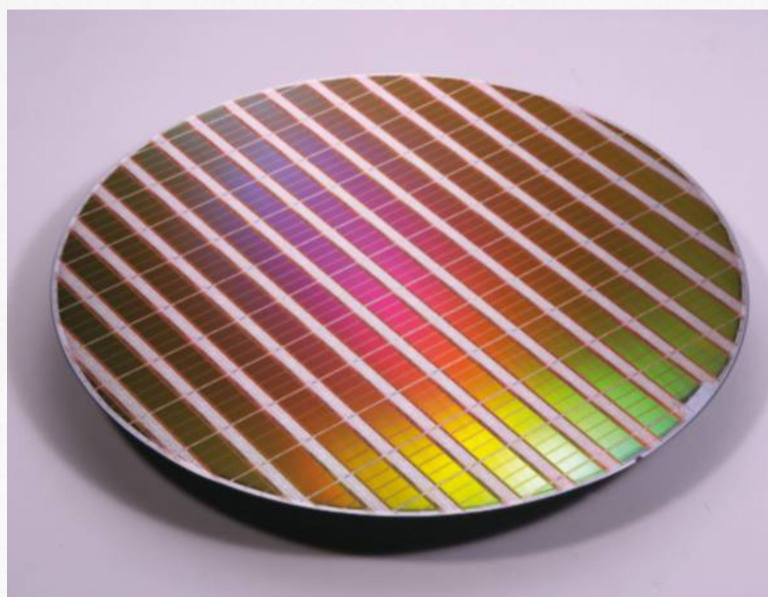
Avec la diminution des coûts, la mémoire flash s'est imposée au fil des années dans de multiples domaines : elle a suivi le succès des appareils photo numériques et a rapidement fait disparaître les rares alternatives comme les CD de 8 cm ou les MiniDisc. Dans le même temps, elle a aussi supplanté les disquettes et les CD-R pour l'échange de données entre particuliers en permettant l'essor des clés USB. Pour l'anecdote, c'est en décembre 2000 que la première clé USB de 8 Mo a été lancée : son nom provenait du fait qu'elle était liée à un anneau permettant de l'accrocher à un porte-clés. Quatorze ans plus tard, elles ont bien évolué et sont devenues des objets de la vie quotidienne avec des modèles atteignant les 1 To ! La mémoire flash NAND est aussi devenue rapidement le choix privilégié pour les PDA puis les smartphones ; elle a remplacé successivement la RAM des premiers PDA, la NOR des appareils sous Windows Mobile et les disques durs de 1 pouce. Au départ, les quelques mégaoctets disponibles servaient à garder au chaud les contacts ou les rendez-vous. Désormais, on parle en dizaines de gigaoctets et il est question d'enregistrement de vidéos en Ultra HD. Le seul segment "mobile" où la mémoire flash n'a pas encore totalement pris le pas sur les anciennes technologies est celui de la musique : les baladeurs équipés d'un disque dur existent encore, offrant de grandes quantités d'espace de stockage avec un bon rapport capacité/prix.

L'idée de remplacer le disque dur par de la mémoire flash dans les PC est apparue rapidement. Dès les années 90, les ingénieurs l'ont ainsi utilisée dans le domaine de l'embarqué professionnel. Mais il aura tout de même fallu attendre plus de dix ans pour que les procédés de fabrication rendent l'opération économiquement viable pour le commun des mortels. Ce n'est qu'en 2008 qu'un premier ordinateur grand public fut livré avec un véritable SSD : le MacBook Air d'Apple. À l'époque, le portable pouvait être équipé d'un modèle de 64 Go capable d'atteindre 60 Mo/s pour 2 600 € ; l'option seule valait alors 900 € ! Asus contribua également à la démocratisation du SSD avec l'Eee PC 701 qui intégrait l'équivalent d'une carte CompactFlash de 4 Go pour servir de disque dur. L'évolution est depuis foudroyante : il n'aura fallu que quelques années pour que les SSD de 1 To passent sous la barre des 500 euros, avec des débits pratiquement dix fois plus élevés. En 2014, la mémoire Flash est désormais le périphérique de stockage indispensable pour tout PC qui se respecte.

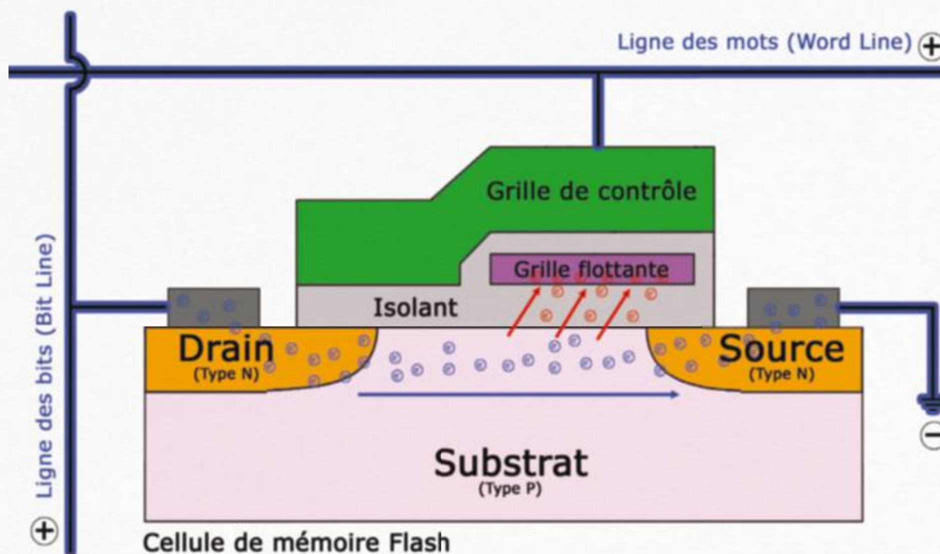

Le premier MacBook Air a été proposé avec un SSD de 64 Go, une révolution.

Cellule de flash et interconnexion

Pour donner un exemple concret de son utilisation, prenons le cas d'un SSD, constitué de nombreuses puces de mémoire flash. Ces puces intègrent des millions de cellules capables de stocker au moins un bit de données chacune. Évidemment, on trouve aussi dans les puces de flash une infrastructure d'interconnexions extrêmement complexe afin de lire, d'écrire ou d'effacer des données. La façon dont les cellules sont reliées entre elles définit le type de Flash : NOR (pour les BIOS par exemple) et NAND (pour les SSD ou clé USB). Voyons cela de plus près.



Intéressons-nous d'abord en détail à la cellule de mémoire flash. Celle-ci peut contenir de un à trois bits selon que l'on parle de SLC (1 bit), de MLC (2 bits) ou de TLC (3 bits). Afin de simplifier la compréhension, nous étudierons d'abord une cellule simple de type SLC mais le principe demeure à peu de choses près identique pour les autres cas. Cette fameuse cellule reprend en grande partie l'architecture d'un transistor à effet de champ (MOSFET). Elle dispose d'un canal où circule le courant (entre le drain et la source) qui est commandé par une grille. Jusque-là, rien de bien compliqué. La principale différence entre un MOSFET classique et une cellule de mémoire flash réside dans la présence d'une seconde grille isolée et noyée dans un isolant appelée "grille flottante". Sur le schéma ci-contre, on la trouve en violet entre la grille de contrôle et le reste de la structure du MOSFET plus bas.



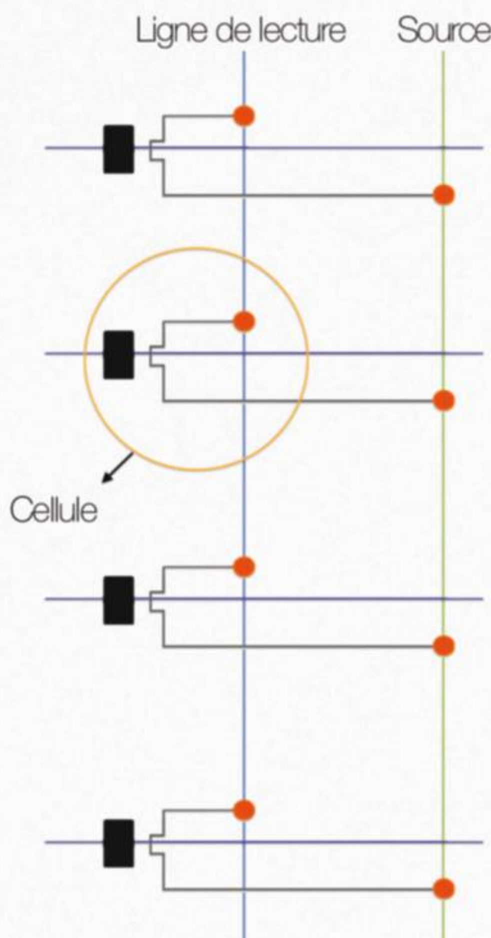
1. Écriture d'un "0" binaire. Imaginons que l'on souhaite programmer une valeur dans la cellule de flash. On applique une forte tension positive sur la grille de contrôle (typiquement de l'ordre de 20 V) et une autre tension positive plus faible sur le drain. Celle-ci va provoquer un déplacement d'électrons entre le drain et la source. En parallèle, la forte tension sur la grille de contrôle va dévier vers elle quelques électrons qui vont franchir la couche d'isolant pour se retrouver piégés dans la grille flottante. C'est cette migration qui est symbolisée par les flèches rouges sur le schéma. Une fois que les électrons sont emprisonnés dans la grille flottante, ils y restent indéfiniment, que la cellule soit alimentée ou pas. C'est ce qui donne le caractère "non volatile" de la mémoire Flash. La présence d'électron (de charge négative) donnera un 0 binaire lors de la lecture.

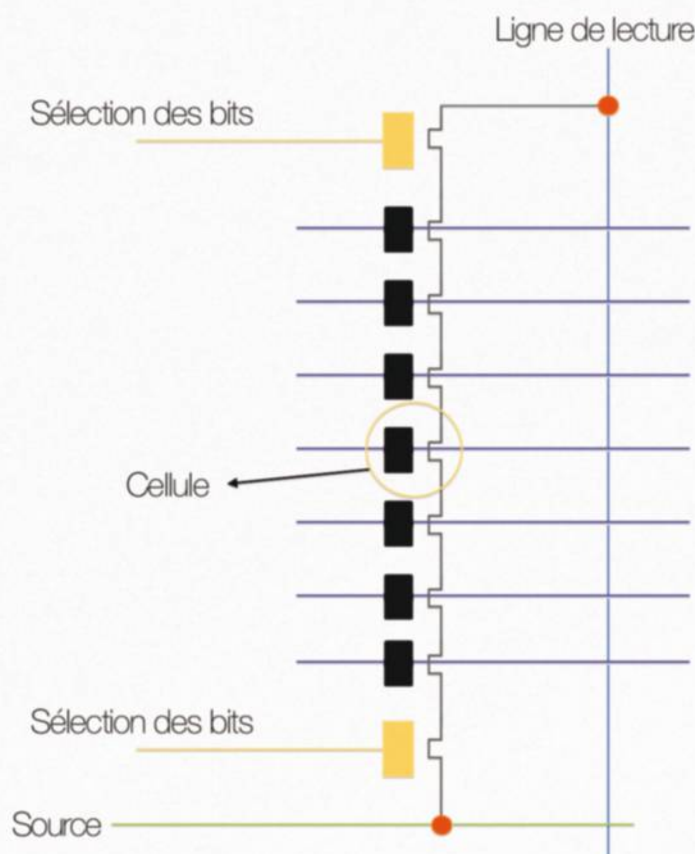
2. Écriture d'un "1" binaire / Effacement. Par défaut, la grille flottante ne contient aucun électron et cet état se traduit par la lecture d'un "1" binaire. L'effacement consiste à "arracher" la totalité des électrons présents dans la grille flottante. Pour cela, le principe n'est guère plus compliqué : on fait circuler un courant entre la source et le drain et on applique une forte tension – négative cette fois – sur la grille de commande pour "éjecter" les électrons par effet tunnel.

3. Lecture d'un bit. La lecture d'un bit de données dans une cellule consiste à vérifier si la grille de flottant contient ou non des électrons. Techniquement, il suffit d'appliquer brièvement une faible tension positive sur la grille de contrôle (5 V) et une très faible tension sur le drain. En fonction du courant qui s'écoulera alors, on peut déterminer facilement si la grille flottante "freine" le flux (et donc contient des électrons) ou pas. Si c'est le cas, un "0" sera lu, sinon, un "1".

NOR & NAND

La mémoire flash se décline en deux types : la NOR et la NAND. La différence se situe cette fois au niveau des interconnexions entre les cellules. Les deux déclinaisons présentent des avantages et des inconvénients qui les réservent chacune à une utilisation bien précise ; elles sont complémentaires.





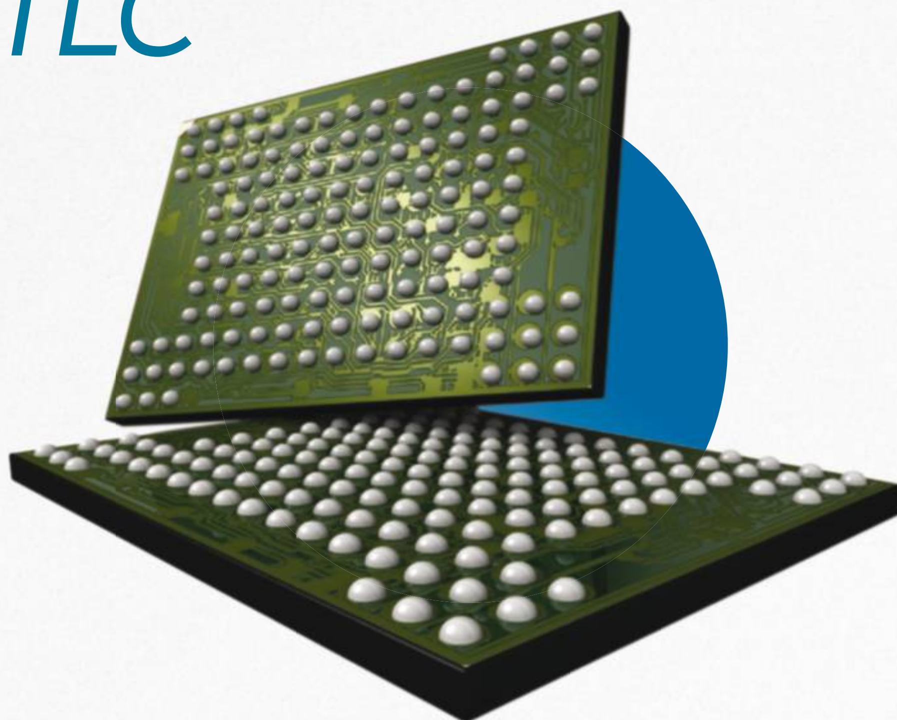
La flash NOR tire son nom de la porte logique NOR (NON-OU en français) qui définit son mode de fonctionnement. Ici, les cellules sont interconnectées en parallèle : l'accès aux données peut se faire directement sur un bit précis. Elle est particulièrement adaptée pour une connexion directe avec un microcontrôleur qui exécuterait du code directement à partir de la mémoire flash comme dans le cas d'un firmware. Ses performances demeurent inégalées lorsqu'il s'agit d'accès en lecture à des données aléatoires. Mais les inconvénients sont nombreux. Tout d'abord, le maillage d'interconnexions de la NOR est extrêmement complexe ; les puces sont donc très volumineuses et stockent une capacité limitée pour un prix important. Ensuite, si la lecture est rapide, l'écriture (comme l'effacement) exige de programmer les cellules une à une, ce qui diminue largement les performances. Enfin, si sa consommation en veille est quasi nulle, elle nécessite en moyenne plus d'énergie en fonctionnement que la NAND.

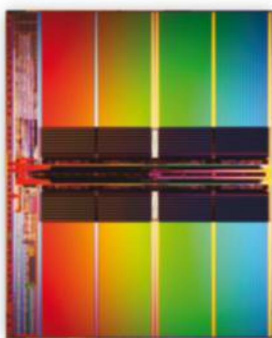
La Flash NAND utilise au contraire une architecture en porte logique NAND (NON-ET). En clair, les cellules sont interconnectées les unes aux autres en série. Cela simplifie largement le maillage et permet d'obtenir de bien plus grandes capacités dans des encombrements beaucoup plus réduits. La densité s'en trouve donc démultipliée par rapport à la NOR et le prix au Mo est bien plus bas. Mais ici aussi, les inconvénients sont nombreux. Tout d'abord, le fonctionnement en série interdit la lecture ou l'écriture d'un bit en particulier. Il faut impérativement accéder aux données d'une '"série" de cellules interconnectées qu'on appelle une "page". C'est la plus petite unité qu'il est possible de lire ou d'écrire sur une flash NAND. Aujourd'hui, la taille d'une page est comprise entre 4 et 8 Ko, ce qui représente un volume conséquent. L'écriture de données consécutives est en revanche très rapide, contrairement à la lecture aléatoire qui souffre d'une grosse pénalité. L'effacement a tout de même été largement amélioré puisque les pages sont regroupées en blocs de 64 qu'il est possible d'effacer en une seule opération. Ce découpage a également un impact important sur l'usure puisque modifier un seul bit de données implique de modifier au moins une page entière.

SLC, MLC, TLC

Quand un bit ne suffit plus...

Lorsqu'il est question de mémoire flash, deux termes reviennent souvent : SLC (*Single Level Cell*) et MLC (*Multi Level Cell*). Ces deux acronymes définissent le nombre de bits qu'il est possible de stocker dans une cellule : 1 bit pour du SLC, plusieurs pour du MLC. Récemment, l'acronyme TLC (*Triple Level Cell*) a été choisi pour différencier les puces qui stockent trois bits de celles qui se limitent à deux, même s'il s'agit aussi de MLC d'un point de vue technique. L'usage *de facto* que nous utiliserons plus avant dans un souci de compréhension est de considérer que la MLC contient deux bits et la TLC trois.





TLC et capacité
En théorie, la TLC devrait permettre d'augmenter la densité de la mémoire : ~17,2 milliards de transistors sont suffisants pour fabriquer une puce de 2 Go (2^34 bits) en SLC, de 4 Go de MLC ou de 6 Go en TLC. Mais la tendance actuelle est de travailler sur des puissances de deux au niveau des capacités (16 Go, 32 Go, 64 Go, etc.) et les constructeurs préfèrent produire des puces TLC de 4 Go (~11,5 millions de transistors) pour rester sur des quantités connues. Elles sont donc physiquement plus petites mais offrent la même capacité que celles de MLC. Il est donc probable que les fabricants proposent un de ces jours des puces TLC d'une taille identique mais pouvant contenir plus de données.

Nous l'avons vu précédemment, c'est la tension appliquée au moment de l'écriture d'une cellule qui permet de définir l'état d'un bit : le nombre d'électrons ayant migré vers la grille flottante va influencer sa résistance et donc la tension mesurée lors de la lecture. Plus les électrons y sont nombreux, plus ils laisseront passer le courant. Avec de la SLC qui stocke un seul bit, c'est simple : l'état de la grille flottante peut prendre deux états, 1 ou 0. Le contrôleur détermine alors l'un ou l'autre en fonction d'une tension "palier" prédéfinie, par exemple 4 V. En imaginant que la tension mesurée peut être comprise entre 0 et 6 V, si la lecture entre la source et le drain est comprise entre 0 et 4 V, nous sommes en présence d'un '1' binaire, si c'est plus de 4 V, d'un '0'. Avec de la MLC, le fonctionnement est assez proche, mais il faut définir davantage de tensions "paliers" car quatre valeurs sont nécessaires pour prendre en charge 2 bits (00, 01, 10 et 11). Trois tensions sont ainsi obligatoires pour la lecture étant donné qu'elles sont placées dans l'intervalle entre les valeurs. Pour la mémoire TLC, c'est encore plus complexe : il y a huit zones (et donc sept tensions différentes) pour trois bits effectifs (000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111).

Performances en baisse. La multiplication des tensions a un impact direct sur les performances, ce qui explique notamment que la SLC est souvent plus rapide que la MLC. Prenons un autre exemple en supposant qu'une mémoire travaille sur une échelle de 1 à 8 V. Avec de la SLC, il y a deux zones et une tension de référence de 4 V pour mesurer la résistance de la grille flottante. En comparant l'entrée et la sortie, il est possible de calculer la "position" des données et donc la présence d'un 0 ou un 1 binaire. Avec de la MLC dans la même plage, trois tensions sont nécessaires pour définir la zone utilisée : 2,5 V, 4 V, et 5,5 V. Pour obtenir l'état d'un bit, il faut vérifier si la valeur est en dessous de 2,5 V, puis éventuellement si elle est entre 2,5 V et 4 V, si elle se trouve entre 4 et 5,5 V et – le cas échéant – si elle dépasse 5,5 V. La TLC et ses 8 zones exige encore plus de précisions : un simple décalage de 0,5 V risque de fausser les informations, ce qui n'est pas le cas avec de la SLC étant donné que sa marge d'erreur est bien plus grande. L'écriture subit les mêmes contraintes : il faut contrôler très finement le temps pendant lequel les électrons vont migrer vers la grille flottante pour fixer sa résistance pile au bon seuil. Tout cela prend du temps. Les chiffres donnés par les fabricants de flash indiquent qu'une puce de SLC est environ 2 fois plus rapide qu'une mémoire MLC et 3 fois plus que de la TLC. Dans le premier cas, 25 microsecondes (μs) suffisent pour lire une page (8 ou 16 Ko), contre 50 μs en MLC et 75 μs avec de la TLC. Pour la programmation, l'écart augmente encore considérablement : entre

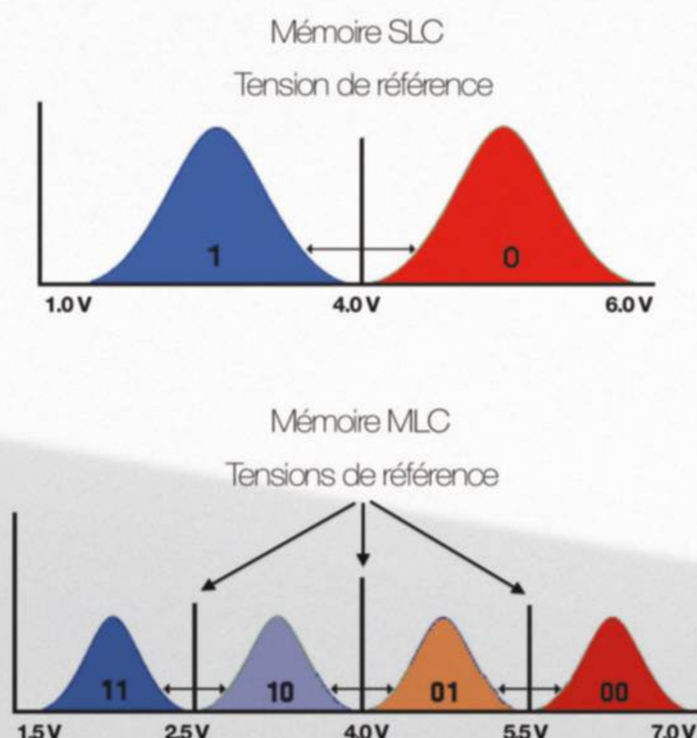
200 et 300 μs avec de la SLC, entre 600 et 900 μs en MLC et entre 900 et 1300 μs en TLC !

Tips & tricks. Pour pallier ces problèmes sur les mémoires de type MLC et surtout TLC, certains constructeurs de SSD "optimisent" la gestion de la mémoire flash. Chez Samsung, on trouve par exemple depuis quelques mois une technologie qui porte le nom de *TurboWrite* : elle permet d'utiliser une partie de la NAND TLC des modèles de la gamme 840 EVO comme s'il s'agissait de puces de mémoire SLC. Sur une version qui contient 128 Go physiquement, Samsung "transforme" 9 Go de TLC en 3 Go de SLC. Les débits sont alors plus élevés dans cette zone qui est utilisée comme mémoire cache pour le reste. Bien évidemment, en dehors de cette zone de cache, les performances diminuent puisque la TLC est utilisée telle quelle. Plus la capacité du SSD augmente et plus la quantité réservée au cache est grande, jusqu'à 36 Go de TLC (soit 12 Go en SLC) utilisés sur un modèle de 1 To. D'autres constructeurs comme OCZ et Toshiba (le second a racheté le premier récemment) intègrent une technique similaire sur certains de leurs produits. Une partie de la MLC est aussi utilisée comme de la pseudo-SLC, mais cette fois il ne s'agit plus de cache : le contrôleur gère d'abord la mémoire comme s'il s'agissait d'une puce de SLC avant de la traiter comme de la MLC quand toutes les cellules sont utilisées. On se retrouve ainsi avec une moitié de SSD très rapide en écriture et une seconde partie beaucoup plus lente. Cette technologie permet à certains constructeurs d'annoncer des performances impressionnantes sur le papier : si un benchmark se limite à une petite quantité de données, seule la vitesse de la pseudo-SLC sera alors mesurée. Sur des applications réelles en revanche, plus le SSD sera rempli et plus les débits varieront : même si le contrôleur essaye de libérer des cellules quand l'ordinateur est au repos (au détriment de l'usure), il ne peut pas faire de miracle et doit finir par travailler sur la partie la moins efficace dans certains cas.

RAM Bus. Côté performances, il faut savoir également qu'une unique puce de mémoire flash dispose d'un débit assez faible (quelques dizaines de Mo/s). Les constructeurs de SSD utilisent tous un accès en parallèle sur plusieurs puces (type RAID) pour booster les débits, mais un autre paramètre influe également sur les résultats : le bus utilisé pour connecter la mémoire et le contrôleur. Dans les premiers SSD et dans les modèles d'entrée de gamme, il s'agit d'un bus dit « *asynchrone* » (sans horloge fixe) qui peut atteindre 50 Mo/s environ par puces. Au contraire, les SSD récents intègrent de la mémoire « *synchrone* », qui dispose de sa propre horloge de référence pour de meilleurs débits. L'un des plus répandus est l'ONFI (*Open NAND Flash Interface*) en version 2.1, utilisé par Micron et Intel : il permet d'atteindre 200 Mo/s par puce ! Toshiba et Sandisk, des concurrents, utilisent par contre un bus dit *Toggle* dont les résultats se placent entre les deux : 133 Mo/s. Enfin, les SSD haut de gamme, notamment chez Samsung, intègrent un bus ONFI 3 ou *Toggle* 2.0 pouvant atteindre 400 Mo/s. La différence entre un SSD équipé de mémoire synchrone et un autre modèle doté de NAND asynchrone est importante sur les performances en lecture : les premiers peuvent monter à plus de 500 Mo/s quand les seconds descendent parfois à moins de 200 Mo/s. En écriture, la séparation est moins nette mais elle existe tout de même…



Performances, densité et capacité
Pour améliorer les performances, les SSD utilisent plusieurs puces de mémoire en parallèle. Et pour limiter les coûts, les constructeurs développent des composants de plus en plus denses, la norme en 2014 étant d'intégrer des *die* de 128 gigabits (16 Go). Dans certains cas, ces deux techniques posent un problème : les SSD de petite capacité (moins de 128 Go) disposent de moins de puces, ce qui diminue fortement les possibilités de parallélisme. Les petits SSD souffrent donc parfois de débits en écriture très faibles (moins de 60 Mo/s dans certains extrêmes). Parfois, le marketing joue sur ce point : lors du passage du M500 au M550, Crucial a mis en avant le fait que le M550 de 128 Go était plus rapide que le M500 équivalent, simplement parce qu'il n'utilise pas la même densité de mémoire que son prédécesseur (64 gigabits au lieu de 128 gigabits), ce qui permet d'augmenter le nombre de canaux et donc les performances. Mais dans le monde de l'OEM, Micron vend le M510 qui est équipé de puces de 128 gigabits dans les petites capacités et offre des débits en écriture plus faibles qu'un M550...



Flash et durée de vie

Rien ne sert de trimer...

La mémoire flash NAND n'a pas que des avantages et vous avez sûrement déjà entendu parler des problématiques liées à la durée de vie. Le problème est double : elle s'use avec le temps et n'est pas capable de stocker les données indéfiniment. Si ces aléas ont été largement surévalués lors de l'arrivée des premiers SSD, ils peuvent néanmoins avoir un impact bien réel aujourd'hui. Le nombre de cycles des cellules de TLC est par exemple inférieur à 1 000.

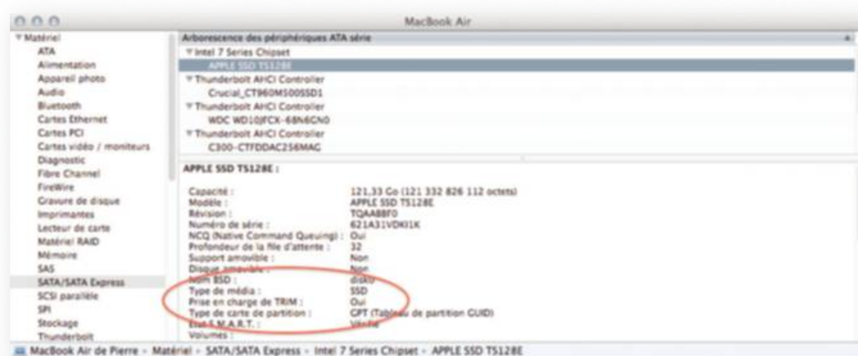


Un SSD professionnel Micron M500DC, dont environ 40 % de la mémoire n'est pas accessible par l'utilisateur pour limiter l'usure.

Dans de la mémoire flash, la zone d'isolant en dioxyde de silicium (SiO_2) placée autour de la grille flottante s'use à chaque écriture. Lorsqu'elle devient trop fine, l'isolant n'en est plus vraiment un et c'est tout le fonctionnement de la cellule qui se grippe. Le problème touche particulièrement les cellules qui stockent plusieurs bits d'information (MLC et TLC) car utiliser des tensions élevées en conjonction avec des temps de programmation plus longs altère plus rapidement l'isolant. Et pour ne rien arranger, celles-ci sont aussi plus sensibles à sa dégradation : si une tension de 5 V est attendue et que l'usure provoque une dérive de la valeur, l'opération risque d'échouer alors qu'une mémoire SLC l'acceptera grâce à sa tolérance plus importante. La fiabilité dans le temps dépend aussi de la finesse de gravure, pour de simples raisons physiques : plus la cellule est petite, plus la couche d'isolant est fine. La durée de vie typique est ainsi de 100 000 cycles d'écriture en SLC, 10 000 cycles pour de la MLC en ~50 nm, 5 000 cycles pour de la MLC en ~30 nm, 3 000 cycles avec de la MLC en ~20 nm et enfin 1 500 cycles pour de la TLC en ~20 nm. Il s'agit toutefois de valeurs théoriques et minimales ; certaines puces supportent bien plus. Dans le monde professionnel, une partie des SSD utilisent parfois de la mémoire flash eMLC (*entreprise Multi Level Cell*) : c'est une variante de la MLC qui travaille avec des tensions plus faibles associées à des temps de latence étendus pour améliorer la longévité. Elle est en général environ dix fois plus élevée que celle de la MLC, avec une limite annoncée à 35 000 cycles pour de la eMLC en ~20 nm. Évidemment, elle est aussi plus lente et plus chère.

Gérer la dégradation. Il est indispensable pour les fabricants de prendre en compte la gestion de l'usure dans tous les périphériques qui utilisent de la flash. Diverses techniques sont mises en place, en particulier pour les unités de stockage. La première est basique : une partie de la mémoire est gardée en réserve pour pallier d'éventuelles défaillances futures. Alors que les constructeurs indiquent une capacité exprimée en base 10 (un SSD de 128 Go contient 128 milliards d'octets accessibles), elle est réellement calculée en base 2 : le même SSD de 128 Go renferme en fait généralement 128 Gio (2^26 octets, soit 137 Go). La différence entre les deux est d'environ 7 % et les cellules inutilisées sont là pour venir à la rescousse en cas de problème. La seconde technique répond au nom de *wear levelling*, ou gestion de l'usure. Le principe est là aussi assez simple : le contrôleur va souvent déplacer les données de manière transparente et optimiser leur répartition afin d'obtenir une usure uniforme sur l'ensemble des cellules. Les algorithmes varient en fonction des constructeurs, certains utilisent une mémoire cache pour regrouper les opérations d'écriture alors que d'autres effectuent les mouvements sur les informations quand le SSD est au repos, etc.

Nous l'avons vu précédemment, la mémoire flash NAND se lit et s'écrit par pages mais s'efface par blocs, et c'est un vrai problème. Pour programmer un octet dans un périphérique basique, il faut récupérer un bloc complet, modifier la page correspondante, effacer le bloc et enfin le réécrire. S'il faut intervenir uniquement sur une partie des données (ce qui est généralement le cas), il y aura donc bien plus de données écrites que ce qui était prévu. La différence entre les bits à modifier et les données réellement inscrites s'appelle l'amplification en écriture. Un des buts du *wear levelling*



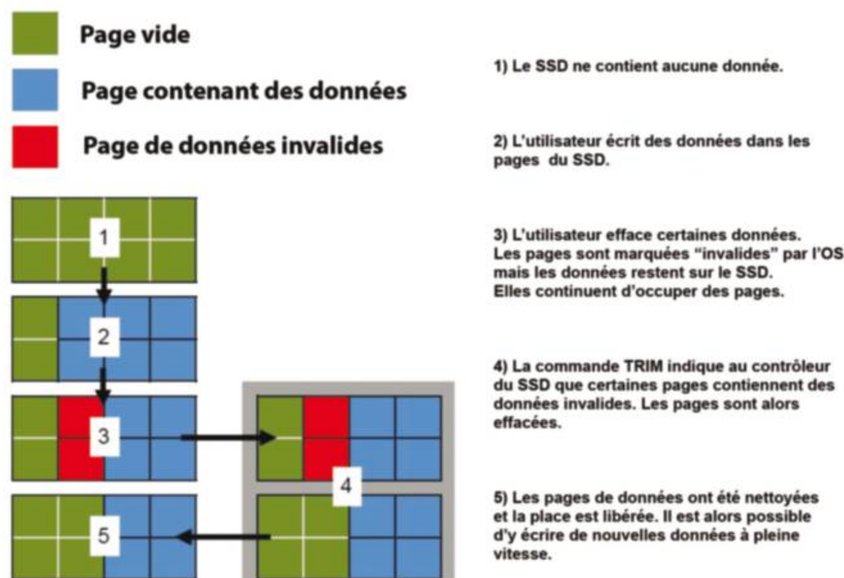
Mac OS X indique que la commande TRIM est activée et supportée.

est de limiter cette dernière et de ne pas écrire plus qu'il n'est nécessaire. La solution la plus courante est d'implémenter une mémoire cache à base de RAM, en rassemblant les pages avant de les déplacer dans un bloc en une seule opération. Une autre technique, utilisée par les contrôleurs *SandForce*, consiste à compresser les données à écrire dans la mémoire. Si les SSD sortis avant 2010 avaient souvent une amplification en écriture très élevée (plus de soixante fois dans certains cas !), les périphériques modernes gèrent bien cette problématique et des valeurs proches de 1 ne sont pas rares.

L'augmentation de la taille joue aussi sur la durée de vie : à technologie identique, un SSD d'une capacité élevée résistera bien mieux dans le temps vu que le nombre de cycles d'écriture par puce ne varie pas et qu'il y en a beaucoup plus. Les constructeurs réservent souvent une partie de la mémoire pour améliorer la gestion de l'usure : avec les contrôleurs SandForce et certains modèles de chez Marvell, elle est utilisée pour corriger les erreurs en effectuant des contrôles de parité à la manière d'un RAID5 interne. Si certaines cellules sont défaillantes, il sera donc possible de reconstruire les données avec les informations qui se trouvent sur les autres puces. *A contrario*, notamment dans les SSD destinés au monde professionnel, la mémoire est simplement gardée en réserve pour augmenter les performances et permettre au contrôleur de mieux gérer la durée de vie. Cette technique a un coût : un Micron M500DC dont la capacité utilisable est par exemple de 120 Go contient physiquement 192 Gio de NAND.

What the TRIM ? Pour être efficace, la gestion de l'usure doit connaître en partie le contenu de la cellule, et ce détail n'est pas évident. Si l'utilisateur supprime une donnée, l'effacement au niveau du système de fichiers (FAT, NTFS, ext4, etc.) est virtuel ; le contrôleur n'a aucun moyen de savoir si les informations présentes sur un bloc sont encore utiles ou pas. En 2009, Windows 7 a introduit une nouvelle commande appelée TRIM qui permet à un système d'exploitation de notifier au SSD si une cellule est vide du point de vue du système de fichiers. Il s'agit là d'un point crucial puisque le TRIM diminue l'usure moyenne et évite de voir les performances s'effondrer dans certains cas. Sans cette commande, l'écriture d'une donnée implique plusieurs étapes : le contrôleur va chercher une cellule vide (a) et s'il n'en trouve pas, va se tourner vers une autre qui est peu usée (b). Une fois celle-ci détectée, il déplacera les informations présentes dans cette dernière, même si elles ont été supprimées logiciellement (c) et ira ensuite écrire les nouvelles valeurs (d) tout en essayant de garder une usure uniforme de la totalité de la mémoire. L'étape 3 a un impact sur la durée de vie – les données sont écrites une seconde fois – mais aussi sur les performances : il faut programmer plus de bits, ce qui limite le débit pratique. Le TRIM permet de régler le problème, pour peu que l'espace libre soit suffisant : quand le système d'exploitation effacera un fichier, il va notifier le contrôleur du SSD. Ce dernier pourra donc, dans la majorité des cas, passer de l'étape 1 à l'étape 4 car il dispose d'une réserve de cellules considérées comme vides. La commande est supportée depuis Windows 7 chez Microsoft avec pratiquement tous les SSD sortis après 2009 et elle est envoyée à chaque opération de suppression. Sous d'autres OS, comme Mac OS X ou Linux, la gestion est moins efficace : le système d'Apple ne prend en charge officiellement le TRIM que sur ses propres SSD, alors que la commande est généralement émise de façon périodique pour nettoyer l'espace libre sous Linux.

Rétention de données. Terminons par le problème de la rétention des données, assez simple à comprendre : la mémoire flash ne perd pas les informations quand elle n'est plus alimentée mais celles-ci ne sont tout de même pas éternelles. D'un point de vue physique, l'isolant dans lequel est placée la grille flottante se dégrade avec le temps et laisse les électrons s'échapper, ce qui modifie les valeurs stockées. Une durée de rétention typique est de dix ans environ, c'est-à-dire qu'une CompactFlash achetée au début des années 2000 et entreposée comme s'il s'agissait de la pellicule d'un appareil photo ne contient peut-être plus vos clichés. Cela reste assez théorique et dépend en partie de l'usure de la cellule : l'isolant se dégrade plus rapidement sur une puce déjà très utilisée et laisse plus facilement s'échapper les électrons. Le JEDEC, un organisme qui gère les standards liés à la mémoire, impose une durée de rétention des données d'un an quand le nombre de cycles maximal est atteint pour de la MLC classique ; c'est peu. La température joue aussi un rôle : dans le cas d'un périphérique utilisé dans un cadre industriel (55 °C contre 40 °C pour le grand public, selon la norme), la rétention dans les mêmes circonstances chute à seulement trois mois ! Dans l'absolu, ce n'est toutefois pas un souci : il est *a priori* assez rare de stocker de la mémoire flash à long terme.



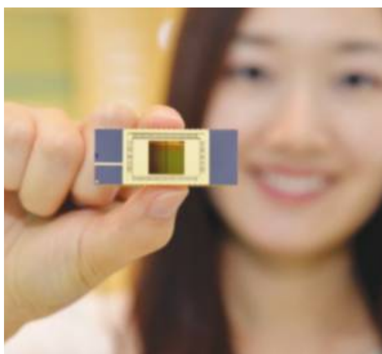
Et la suite ?

Ce que le futur nous réserve

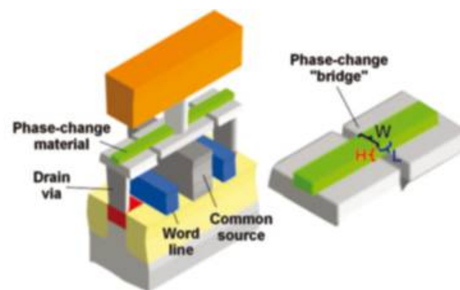
En quelques années, les SSD sont passés de puces de type SLC gravées en 50 nm à de la mémoire TLC en 16 nm. La densité a énormément augmenté, les coûts ont diminué, tout comme la durée de vie. Mais pour l'avenir ? Les limites physiques s'approchent de plus en plus et améliorer la finesse de gravure n'est pas une solution pérenne. Les chercheurs estiment en effet qu'il va être compliqué de graver de la NAND à partir de 14 nm et que la limite physique se trouve aux environs de 7 nm. En dessous, la couche d'isolant dans laquelle est placée la grille flottante sera trop fine pour retenir les électrons de façon durable et donc stocker des données. De même, déployer une technologie qui stocke 4 bits par cellule semble actuellement peu réaliste dans le monde des SSD – c'est différent pour les clés USB – étant donné que les constructeurs doivent déjà ruser et utiliser une partie de la mémoire comme de la SLC pour garder des performances acceptables. Nous avons passé en revue les 5 technologies les plus probables pour demain.

V-NAND

Il s'agit d'une évolution de la flash NAND déjà présente chez Samsung dans ses SSD professionnels. La V-NAND (appelée aussi NAND 3D) est basée sur une structure interne un peu différente en remplaçant la grille flottante par une couche de nitrure de silicium (et en utilisant une conception verticale). Contrairement aux procédés classiques qui consistent à empiler des couches indépendantes les unes sur les autres, la technologie de Samsung permet de les interconnecter. Le fabricant propose actuellement des puces de 128 gigabits (16 Go) sur 24 épaisseurs alors que la NAND, à gravure identique, se limite à 64 gigabits. La V-NAND a un gros avantage : sa résistance. Le coréen annonce une durée de vie de 35 000 cycles d'écriture contre 3 000 à 5 000 cycles pour de la mémoire MLC équivalente. En revanche, elle est nettement plus onéreuse que la mémoire flash habituelle, ce qui la réserve pour le moment au marché professionnel.



PCM



Dans le monde du stockage électronique, il existe d'autres technologies capables de concurrencer la flash. La mémoire PCM (*Phase Change Memory*, mémoire à changement de phase) est intéressante dans le cas présent : elle est plus rapide en écriture et offre une durée de vie beaucoup plus élevée, avec 100 000 cycles par cellule. Elle est fabriquée avec des composants à base de verre de chalcogénure qui peuvent passer d'une forme cristalline à une forme amorphe très rapidement sous l'effet de la chaleur et donc définir un 0 ou un 1 binaire en fonction de leur état. Elle souffre toutefois de deux défauts : ses exigences en matière d'appel de courant pour effectuer un changement de phase sont très brefs mais énormes et sa densité s'avère pour le moment assez faible. Nokia utilise tout de même de la PCM provenant de chez Micron dans ses téléphones Asha et les puces disposent d'une capacité de seulement 1 gigabit (128 Mo). Trop peu pour un smartphone ou un SSD. De plus, s'il est techniquement possible de stocker plusieurs bits par cellule à la manière de la MLC, la PMC actuellement sur le marché ne contient qu'un seul bit. Globalement, la mémoire PCM reste intéressante dans certains domaines mais n'est pour le moment pas assez efficace pour remplacer la flash NAND dans les périphériques destinés au grand public. Son potentiel reste malgré tout important.

FeRAM



La FeRAM (*Ferroelectric RAM*) est une autre mémoire capable de concurrencer et même supplanter la NAND flash dans le futur. Elle est très similaire à de la DRAM mais remplace la couche diélectrique de celle-ci par un matériau ferroélectrique qui possède une polarisation électrique spontanée, qu'il est possible de modifier. La FeRAM dispose d'une endurance quasi illimitée (elle peut être écrite un billion de fois, soit mille milliards) et la durée de rétention des données est plus élevée, avec dix ans dans le pire des cas alors qu'une puce de NAND usée descend à moins d'un an. De plus, elle a une latence en écriture très faible, avec seulement 150 ns (10e-9) là où celle de la mémoire flash se mesure en μs. Son principal défaut, comme pour la PCM mais en pire, est une densité très faible. Fujitsu propose de la FeRAM depuis 1999 et les composants ne dépassent pas 4 mégabits, ce qui les rend inutilisables pour du stockage grand public. Elle est parfois employée pour remplacer de la mémoire flash NOR ou déployée dans les puces NFC. Sa consommation très faible et sa résistance élevée sont alors très appréciées.

MRAM

La MRAM, alias *Magnetoresistive RAM*, stocke les données en utilisant l'orientation magnétique de chaque bit au lieu de sa charge électrique. Ce nouveau type de mémoire similaire à de la DRAM classique présente de gros avantages : elle est non volatile comme la flash, consomme moins que la DRAM car elle ne doit pas être rafraîchie et offre des performances similaires avec plus de 3 Go/s dans les implémentations disponibles. De plus, elle peut remplacer directement la DRAM, avec la même interface de connexion. La MRAM est déjà utilisée dans certains systèmes critiques dans le monde industriel (par exemple dans les Airbus A350) et elle est présente dans des SSD : le constructeur japonais Buffalo a remplacé la mémoire cache à base de DDR3 de certains de ses modèles professionnels par de la MRAM, ce qui permet d'éviter de perdre le contenu en cas de coupure de courant. La MRAM souffre toutefois de la même lacune que les autres alternatives à la Flash : une densité faible. Les meilleures puces de MRAM actuelles n'offrent qu'une capacité de 64 mégabits (8 Mo), soit 2 000 fois moins que les puces de flash les plus denses actuelles…



ReRAM

La ReRAM (*Resistive RAM*) est une mémoire non volatile qui dispose au moins d'un avantage majeur : sa densité est assez proche de celle de la flash. Des prototypes de 16 gigabits (2 Go) gravés en 27 nm ont été montrés en février 2014 et les performances annoncées sont bonnes, avec des débits de l'ordre de 1 Go/s en lecture et 200 Mo/s en écriture. Le fonctionnement de la ReRAM se base sur la modification de la résistance d'un composant au passage d'un courant, cette dernière étant ensuite mesurée pour définir une valeur binaire. Plusieurs matériaux différents sont utilisés, toutes les sociétés n'ayant pas la même approche sur ce point. On trouve de la ReRAM à base de pérovskite (un cristal), de chalcogénure (le verre présent dans la PCM) ou d'oxyde de métaux de transition. Dans tous les cas, il est nécessaire de modifier la résistance des composants en question avec un courant électrique. Son principal défaut ? Elle coûte très cher à produire ! C'est d'ailleurs la seule des 5 mémoires que nous présentons ici à n'être pas réellement disponible commercialement ni utilisée à grande échelle. Nous l'avons tout de même choisie parce que des fabricants d'envergure comme Hewlett Packard ou Hynix prévoient de lancer leur production en masse en 2014 et on devrait trouver des périphériques contenant de la ReRAM dès 2015. *Wait & see !*



La mémoire flash va-t-elle remplacer les disques durs ?

Pour le grand public, la réponse à cette question est assez évidente : les SSD sont de plus en plus populaires et offrent une capacité proche de celle des meilleurs modèles 2,5 pouces (dépasser 1 To étant rare dans ce format). Même dans les ordinateurs de bureau, un espace de stockage de 500 Go est amplement suffisant pour une bonne partie des usages et les disques durs se cantonnent de plus en plus aux sauvegardes et aux données "froides" comme les vidéos, les photos, etc. Dans le monde professionnel, en revanche, c'est moins évident : la demande est forte sur la capacité et sur le prix, deux domaines où les disques durs excellent encore, *a priori* pour de nombreuses années.



Initiation à l'électronique

L'Arduino en pratique Partie 4



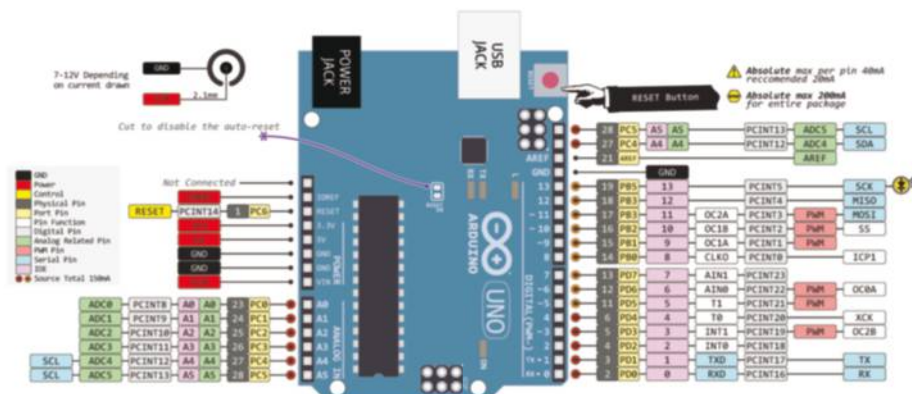
Après trois parties consacrées à la théorie, il est temps de passer à la pratique et mettre enfin les mains dans le cambouis. Votre premier objectif sera d'éviter que la fumée magique ne sorte trop vite de la carte de développement Arduino que nous allons utiliser. Mais rassurez-vous : nous allons vous guider pas à pas dans les premières expérimentations, tant au niveau de l'électronique en elle-même que de la programmation du microcontrôleur. Pensez tout de même à relire les numéros précédents – en particulier la partie 3 sur les entrées/sorties – avant de vous jeter dans le grand bain façon Cloclo…

Pour bien débuter dans la pratique, il convient d'abord de sélectionner une platine de développement dotée d'un microcontrôleur. Auparavant, ces cartes coûtaient entre 100 et 200 euros, un prix loin d'être justifié puisque l'ensemble des composants ne dépassait pas quelques euros. Elles n'étaient destinées qu'aux ingénieurs des centres de R&D et leur programmation s'avérait généralement très fastidieuse : il fallait avoir recours à l'austère langage ASM (assembleur) ou payer cher un ersatz de compilateur C souvent bugué jusqu'au trognon. La mise au point par des étudiants italiens à partir de 2005 d'une carte de développement open-source révolutionna l'accès à l'électronique pour le commun des mortels. Arduino est ainsi équipé d'un microcontrôleur 8 bits ATMEL et doit son succès à son prix très raisonnable (25 €) ainsi qu'à une interface de programmation simplissime mais néanmoins puissante, basée sur des logiciels libres. Il s'agit sans nul doute de la meilleure plateforme pour débuter même si vous entendrez sûrement parler d'autres noms. Le Raspberry Pi, par exemple, est avant tout conçu pour faire office de Micro-PC et pas pour du développement électronique. Son processeur puissant et sa compatibilité avec Linux lui permettent certes l'accès à des applications beaucoup plus évoluées, mais ses nombreuses limitations hardware rendent son exploitation complexe pour un néophyte. Également en vogue en ce moment, les cartes BeagleBone sont basées sur une puce ARM puissante, tournent sous Linux et sont destinées à l'électronique, mais elles s'adressent à un public averti qui dispose déjà d'une expérience conséquente.

Micro Mega. L'Arduino est donc sans conteste la meilleure plateforme pour s'initier à l'électronique. Il faut dès à présent comprendre que par "Arduino", on entend surtout une interface de programmation (IDE) unifiée et une certaine standardisation de la disposition des entrées/sorties. Rien de plus. D'un point de vue hardware, il existe d'innombrables déclinaisons, tant en ce qui concerne le format physique que le type de microcontrôleur embarqué. On trouve par exemple l'imposant Arduino *Due* qui utilise un gros Atmel SAM3X8E (une puce ARM de type Cortex-M3), le minuscule Arduino *Micro* équipé d'un microcontrôleur ATmega32u4 avec USB intégré, le lilliputien Arduino *Pro Mini* ou la grosse carte *Galileo* d'Intel. Il existe également de nombreux modèles dotés de fonctionnalités spécifiques comme l'Arduino Ethernet qui dispose d'un contrôleur réseau RJ45 ou l'Arduino Yun avec Wi-Fi. D'autres marques (Sparkfun, Adafruit, Seeedstudio…) proposent également des cartes non-officielles améliorées ou modifiées pour un certain type d'utilisation comme la robotique. Chaque constructeur est libre de faire les adaptations qui lui plaisent, la seule contrainte étant de garantir la compatibilité avec l'IDE Arduino et de respecter le même brochage que sur les cartes officielles.

Uno per tutti. Pour notre initiation, nous utiliserons la carte de loin la plus courante, l'Arduino *Uno*. Celle-ci est disponible un peu partout et même sur les boutiques grand public comme Amazon pour une vingtaine d'euros. Elle est basée sur une puce ATMega328

à 16 MHz qui embarque 32 Ko de mémoire Flash pour le stockage des programmes et 2 Ko de RAM. Cela pourra paraître peu à l'heure des GHz et des Mo de cache L3, mais il est déjà possible de faire bien des choses avec une telle capacité. Un point important : l'ATMega328 fonctionne ici en 5 volts. En clair, un état logique "1" sera donc à 5V et toute tension appliquée sur les entrées supérieure à 5V entraînera la destruction de la puce. L'Arduino *Uno* dispose de 14 entrées/sorties digitales et 6 entrées analogiques avec une précision de 10 bits. L'alimentation se fait soit directement par le port Mini-USB (via un PC ou un chargeur USB), soit par le port jack qui peut accepter une tension de 7 à 12V. Un convertisseur intégré la convertit ensuite en 5V. D'expérience, nous vous déconseillons vivement d'utiliser une alimentation externe supérieure à 9V sous peine de surchauffe en charge. Il existe aussi un troisième mode d'alimentation – en fournissant une tension stabilisée de 5V directement sur la broche "5V" – mais il faut savoir qu'aucune sécurité n'est alors implémentée. À l'inverse, le port USB est protégé par un fusible 500 mA à réarmement automatique qui vous évitera de griller votre carte mère en cas de fausse manip'. Pour vos premiers essais, nous vous conseillons donc de vous en tenir à l'alimentation via le port USB.



Chaque broche de l'Arduino dispose de plusieurs fonctions.

PinOut. Le brochage de l'Arduino *Uno* est standardisé. Si vous prenez la carte face à vous, le connecteur USB vers le haut, on trouve à droite les entrées/sorties numériques libellées de 0 à 13. Les broches 0 et 1 sont utilisées de base pour la communication série avec le PC via un convertisseur série <-> USB embarqué, l'ATMega328 ne disposant pas nativement d'un contrôleur USB, contrairement à l'ATMega32u4 que l'on trouve sur l'Arduino *Leonardo* très proche. Dans la mesure du possible, évitez donc d'utiliser ces deux broches afin de ne pas perturber le téléchargement de nouveaux programmes. Les broches 2 et 3 disposent d'une fonction supplémentaire d'interruption. En clair, le microcontrôleur peut détecter automatiquement en hardware un changement d'état sur ces broches et déclencher l'interruption du programme en cours pour exécuter un code spécifique. Cette fonctionnalité est parfois très utile pour réagir instantanément à l'appui sur un bouton par exemple. De même, les broches 3, 5, 6, 9, 10 et 11 peuvent fonctionner en PWM (modulation de fréquence pour générer une pseudo-sortie analogique). Un mot enfin sur la broche 13 qui dispose en standard d'une LED qui s'avère parfois très utile pour faire des tests. Malheureusement, sa présence perturbe parfois un composant connecté sur cette broche. On trouve enfin une broche "AREF". Il s'agit en fait de la référence de tension utilisée pour le convertisseur analogique/numérique interne. Par défaut, celle-ci est connectée à l'entrée 5V mais il est possible d'appliquer une tension particulière (2.048V par exemple) via un petit régulateur externe pour accroître la précision de la mesure. À gauche de l'Arduino *Uno*, on trouve les 6 entrées analogiques (A0 à A5), les broches VIN (7-12V), 5V, 3.3V ainsi que deux masses (GND).

> *L'Arduino, la meilleure plate-forme pour débuter*

IDE ? Scusi ? La programmation du microcontrôleur se fait en C à l'aide de la librairie Arduino et d'un éditeur tout intégré très simple à utiliser. Cet IDE (*Integrated Development Environment*) se télécharge sur le site officiel (*arduino.cc*) et intègre le driver qui sera peut-être nécessaire lors du premier raccordement de la carte au PC. Une fois l'IDE lancé, la configuration est simplissime. Rendez-vous dans le menu "*Tools*" puis "*Board*" et choisissez votre type de carte ("*Arduino Uno*" ici). Il est parfois utile de sélectionner aussi le port COM virtuel de la carte ("*Serial Port*") et le type de programmateur ("*AVRISP mkII*"). Le bouton du haut avec une flèche pointant vers la droite sert à lancer la compilation du programme et le téléchargement vers l'Arduino. En cas de problème, les messages d'erreur s'affichent dans le bas de la fenêtre. De nombreux exemples de programmes sont disponibles dans le menu "*File*" et "*Examples*". Pour vérifier que l'ensemble est conforme, nous vous conseillons de charger l'exemple "*Blink*" et de le compiler/télécharger. Si tout va bien, la LED intégrée devrait se mettre à clignoter.



De gauche à droite et de haut en bas : Arduino Uno, Due, Micro, Mega, Mini, Leonardo.

Protip : sauvegardez !

L'IDE Arduino dans sa version actuelle (1.0.5) a une fâcheuse tendance à ne pas sauvegarder automatiquement vos programmes, en particulier quand vous fermez la fenêtre. N'attendez pas de perdre plusieurs fois toutes les modifications effectuées pour cliquer régulièrement sur le bouton "Save" ! Ce bouton est le dernier de la barre d'outils, symbolisé par une flèche peu explicite pointant vers le bas.

Entrées/sorties numériques

LED et commutateur

Première étape : nous allons programmer le clignotement d'une LED en appuyant sur un bouton. C'est le "Hello World !" de l'électronique et cela nous permettra de nous familiariser avec l'IDE Arduino et les entrées/sorties numériques. Pour ce premier test, vous aurez besoin d'une résistance (voir page ci-contre), d'une LED, d'un bouton-poussoir quelconque et d'une carte Arduino Uno ou Leonardo. Ah j'oubliais : si vous vous demandez d'où proviennent les schémas que nous utilisons, rendez-vous sur *fritzing.org* ; ces gens méritent une visite !

Software

Commençons par la structure de base. Un programme Arduino doit impérativement contenir au moins deux fonctions : ***setup()*** et ***loop()***. La première est exécutée une seule fois au démarrage du microcontrôleur. Elle sert à configurer le type des entrées/sorties et globalement tout ce qui doit l'être avant que le programme principal s'exécute. Celui-ci est constitué par une boucle infinie appelée *loop()*. Bien sûr, il est possible de définir d'autres fonctions.

Comme pour tout programme en C, il est possible de définir des variables. Pour cela, il faut spécifier le type, le nom et éventuellement la valeur d'initialisation. Ici, nous définissons les variables *PinLED* et *PinBouton* qui serviront à stocker la broche utilisée : 9 pour la LED et 3 pour le bouton. Elles sont de type int, c'est-à-dire un nombre entier compris entre -32,768 et -32,767. Nous définissons également une variable *BoutonRepos* de type boolean (binaire ; vrai ou faux) qui stockera l'état du bouton. Nous la définissons à *true* car nous sommes en logique inversée (voir plus bas). Protip : si vous êtes fainéant, utilisez directement la LED intégrée à la carte sur la broche 13.

Nous sommes dans la boucle principale *loop()*. La première fonction que nous utilisons est ***digitalRead()*** qui permet de lire l'état d'une broche numérique. La fonction renvoie un boolean (vrai ou faux – HIGH "1" ou LOW "0") que nous stockons dans la variable *BoutonRepos*. Cette commande est exécutée en boucle indéfiniment.

sketch_exemple1 | Arduino 1.0.5

File Edit Sketch Tools Help

sketch_exemple1 §

```
/*
  CPC Hardware N°21 - Initiation à l'electronique
  Exemple 1 - Blink LED
*/

int PinLED = 9;
int PinBouton = 3;
boolean BoutonRepos = true;

void setup() {
  pinMode(PinLED, OUTPUT);
  pinMode(PinBouton, INPUT_PULLUP);
}

void loop()
{
  BoutonRepos = digitalRead(PinBouton);

  if(BoutonRepos == false)
  {
     while(1)
     {
       digitalWrite(PinLED, HIGH);
       delay(500);
       digitalWrite(PinLED, LOW);
       delay(500);
     }
  }
}
```

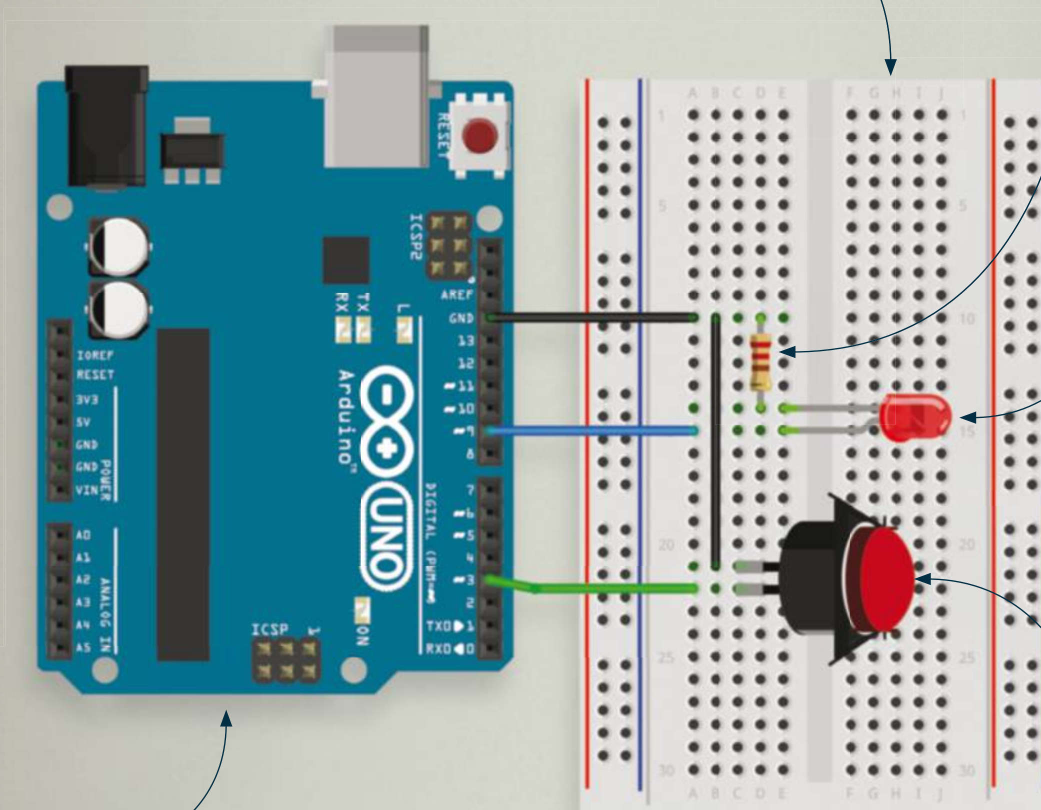
Nous sommes dans la fonction *setup()*. La fonction ***pinMode()*** sert à définir le type de la broche : entrée ou sortie. Elle accepte en paramètre le numéro de la broche et son sens de communication. Dans notre exemple, la broche 9 appelée *PinLED* est une sortie (***OUTPUT***) et la broche 3 *PinBouton* est une entrée (***INPUT***). À noter que nous utilisons ici le troisième état possible (***INPUT_PULLUP***), identique à INPUT mais qui active en sus la résistance interne de rappel à l'état haut ("pullup"). La valeur par défaut – à vide – de l'entrée est donc "1" et l'action du bouton entraîne son passage à "0" ; c'est la logique inversée dont nous parlions plus haut. Cela permet d'économiser une résistance de rappel externe.

Si le bouton est pressé, l'état de l'entrée *PinBouton* passe à 0. Une fois la valeur lue, elle est stockée dans la variable *BoutonRepos* qui passe aussi à 0 (= "LOW", "false"). En conséquence, la fonction conditionnelle ***if()*** est exécutée. Celle-ci est constituée d'une boucle infinie ("***while(1)***") qui va générer le clignotement. Pour cela, on utilise les fonctions ***digitalWrite()*** qui permettent de commander l'état d'une broche. Avec HIGH, elle passe à 5 V et la LED s'allume ; LOW à 0 V et la LED s'éteint. On place des fonctions ***delay()*** pour faire une pause entre chaque état et générer le clignotement. La valeur s'exprime en millisecondes ; 500 correspond donc à 0.5 seconde par état.

Hardware

Un mot sur le fonctionnement de la platine d'essai : les trous situés sur les deux colonnes centrales sont connectés en interne ligne par ligne. Vous obtenez donc deux colonnes indépendantes constituées de dizaines de rangées de cinq connexions reliées électriquement. À l'inverse, les deux petites colonnes situées aux deux extrémités sont destinées à l'alimentation : bleu pour la masse, rouge pour la tension (+5V généralement). Sur celles-ci, toutes les broches de chaque colonne sont interconnectées pour faciliter le dispatch sur toute la platine. En résumé : au centre, les composants sur des connexions en ligne, aux extrémités l'alimentation sur des connexions en colonne.

Une LED en conduction se comporte comme un fil électrique. Pour ne pas provoquer un court-circuit, il convient donc absolument de placer une résistance en amont ou en aval pour limiter le courant. Comme vous avez parfaitement retenu les leçons précédentes, vous connaissez la valeur à utiliser. Non ? Lisez donc l'encadré ci-dessous.



La LED est une diode électroluminescente qui consomme relativement peu de courant (généralement pas plus de 20 mA). Elle peut donc être commandée directement par une sortie de l'Arduino (40 mA maximum). Attention toutefois à ne jamais dépasser cette valeur. À noter également que l'ensemble du microcontrôleur ne peut pas fournir plus de 200 mA. Pour en revenir à la LED, attention au sens ! La cathode (patte la plus courte) doit être reliée à la masse sinon la diode ne sera jamais passante.

Sur un Arduino Uno, nous avons l'embarras du choix au niveau des broches. Pour cet exemple, nous aurons besoin de deux entrées/sorties numériques. Arbitrairement, nous utiliserons la broche 9 en sortie pour le contrôle de la LED et la broche 3 pour le signal en provenance du bouton.

L'interrupteur est relié d'un côté à la masse, de l'autre à l'entrée. Une résistance interne au microcontrôleur ("*pullup*") maintient en effet la broche à un état neutre "haut", c'est-à-dire 5V ou 1 logique. En la court-circuitant à la masse grâce à un appui sur le bouton, l'entrée change d'état et passe à 0. On aurait également pu faire l'inverse en réactivant la résistance *pullup* et en connectant le bouton au 5V par l'intermédiaire d'une résistance externe (10 Kohms).

Les spécifications d'une LED

Vous devez impérativement toujours limiter le courant qui circule dans une LED par une résistance. Sa valeur dépend des spécifications de la LED. Dans la fiche technique, recherchez les caractéristiques ***If*** (*Forward Current*) et ***Vf*** (*Forward Voltage*). Sur cet exemple d'une LED standard, If = 0.02A (20 mA) et Vf = 1.85V. Sachant que les sorties de l'Arduino délivrent du 5V et que U = R * I, vous aurez besoin d'une résistance théorique de (5-1.85)/0.02 = 157.5 ohms. Pour maintenir une marge de sécurité, utilisez une résistance de 180 ohms (marron-gris-marron) ou de 220 ohms (rouge-rouge-marron).

Electrical/Optical Characteristics at T_a = 25°C

Parameter	Symbol	Minimum	Typical	Maximum	Unit	Test
Luminous Intensity	IV	10	20	30	mcd	IF = 20mA
Viewing Angle	2θ 1/2	-	150	-	degrees	
Peak Emission Wavelength	λP	-	660	-	nm	-
Dominant Wavelength	λD	-	643	-		-
Spectral Line Half-Width	Δλ	-	20	-		-
Forward Voltage	VF	1.5	1.85	2.5	V	IF = 20mA
Power Dissipation	Pd	-	-	85	-	-
Peak Forward Current (Duty 1/10 at 1KHz)	IF (Peak)	-	-	100	-	-
Recommended Operating Current	IF (Rec)	-	20	-	mA	-

Sorties numériques et analogiques

Commande d'une charge et variation PWM

L'exemple précédent était indispensable pour expliquer le b.a.-ba. bien qu'il n'ait pas grand intérêt en pratique. Utiliser un microcontrôleur pour faire clignoter une LED n'est pas exactement la killer-app du moment. Nous allons maintenant voir comment rendre l'Arduino autonome (sans besoin d'un PC connecté en USB pour l'alimentation) et comment commander une charge bien plus importante qu'une simple LED. Nous en profiterons également pour parler des sorties PWM.

Software

```
sketch_exemple2 | Arduino 1.0.5
File Edit Sketch Tools Help
sketch_exemple2 §

/*
  CPC Hardware N°21 - Initiation à l'electron
  Exemple 2 - Moteur et PWM
*/

int PinMoteur = 7;
int PinBouton = 4;

void setup() {
  pinMode(PinMoteur, OUTPUT);
  pinMode(PinBouton, INPUT_PULLUP);
}

void loop()
{
  if(digitalRead(PinBouton) == LOW)
  {
      digitalWrite(PinMoteur, HIGH);
      delay(2500);
      analogWrite(PinMoteur, 192);
      delay(2500);
      analogWrite(PinMoteur, 128);
      delay(2500);
      analogWrite(PinMoteur, 64);
      delay(2500);
      digitalWrite(PinMoteur, LOW);
   }
}
```

On commence par attribuer des noms intelligibles aux entrées/sorties comme dans l'exemple précédent. Nous choisissons au hasard la 4 pour le bouton et la 7 pour le moteur. Attention toutefois, toutes les sorties ne sont pas capables de fonctionner en PWM ; seules celles accompagnées d'un "~" le peuvent, soit, sur l'Arduino Uno, les 2, 5, 6, 9, 10 et 11.

La partie setup() est également très simple : les deux broches sont configurées et la résistance *pullup* est activée sur celle reliée au bouton pour maintenir un état au repos "HIGH" / +5V.

La boucle principale a été simplifiée. L'appui sur le bouton est détecté directement dans la fonction **if()** : si quelqu'un appuie dessus, l'entrée passe à l'état bas (LOW) et le code est exécuté. Sinon, le programme boucle indéfiniment.

Une broche configurée en sortie peut être commandée en mode numérique ou analogique. Dans notre boucle, nous commençons par activer la charge normalement avec la fonction ***digitalWrite()*** comme nous l'aurions fait d'une simple LED connectée directement à la sortie. Nous rajoutons ensuite une temporisation de 2500 ms (2,5 secondes).

La modulation PWM commence ensuite avec la fonction ***analogWrite()***. Celle-ci va faire commuter la sortie extrêmement rapidement avec un certain ratio entre les périodes "ON" et les périodes "OFF". La valeur s'exprime de 0 à 255. Si l'on choisit une valeur de 128 par exemple, le temps passé en état "ON" sera identique à celui passé en "OFF". Si par contre on choisit 64, la sortie sera à l'état haut pendant ¼ du temps et à l'état bas pendant les ¾ du temps. Avec une LED, celle-ci clignotera extrêmement rapidement et fournira au final 25 % de sa luminosité. L'œil humain ne distinguera évidemment pas le clignotement vu la fréquence employée. Sur ce test, nous faisons varier par étape la charge à 75 % (255/192), 50 % (255/128) et 25 % (255/64) du maximum puis nous la coupons jusqu'au cycle suivant (nouvel appui sur le bouton).

Choisir un MOSFET

Les MOSFET existent sous toutes les formes, des minuscules composants SOT23 à monter en surface aux énormes boîtiers TO3. Les plus courants sont les boîtiers TO92 (petits) et TO220 (moyen). Généralement, plus le boîtier est gros et plus la charge à commander peut être importante. Pour choisir un MOSFET, plusieurs valeurs sont à prendre en compte. Vérifiez d'abord le V_{GS} : c'est la tension d'activation. Pour un Arduino, vérifiez que la valeur "max" garantie soit inférieure à 5 V. La valeur V_{DSS} est également importante : c'est la tension maximum que vous pourrez commander. Généralement, elle est largement supérieure à 20 V sur les boîtiers TO92 et plus ; elle atteint souvent la centaine de volts. Enfin, I_S indique le courant maximum que le MOSFET peut commuter de manière continue. Ici, l'IRF540N atteint les 33A mais pour cela, il aura besoin d'un gros dissipateur. Si votre charge ne dépasse pas quelques ampères (ce qui est déjà énorme), vous pouvez vous en passer.

IRF540NPbF — International IGR Rectifier

Electrical Characteristics @ T_J = 25°C (unless otherwise specified)

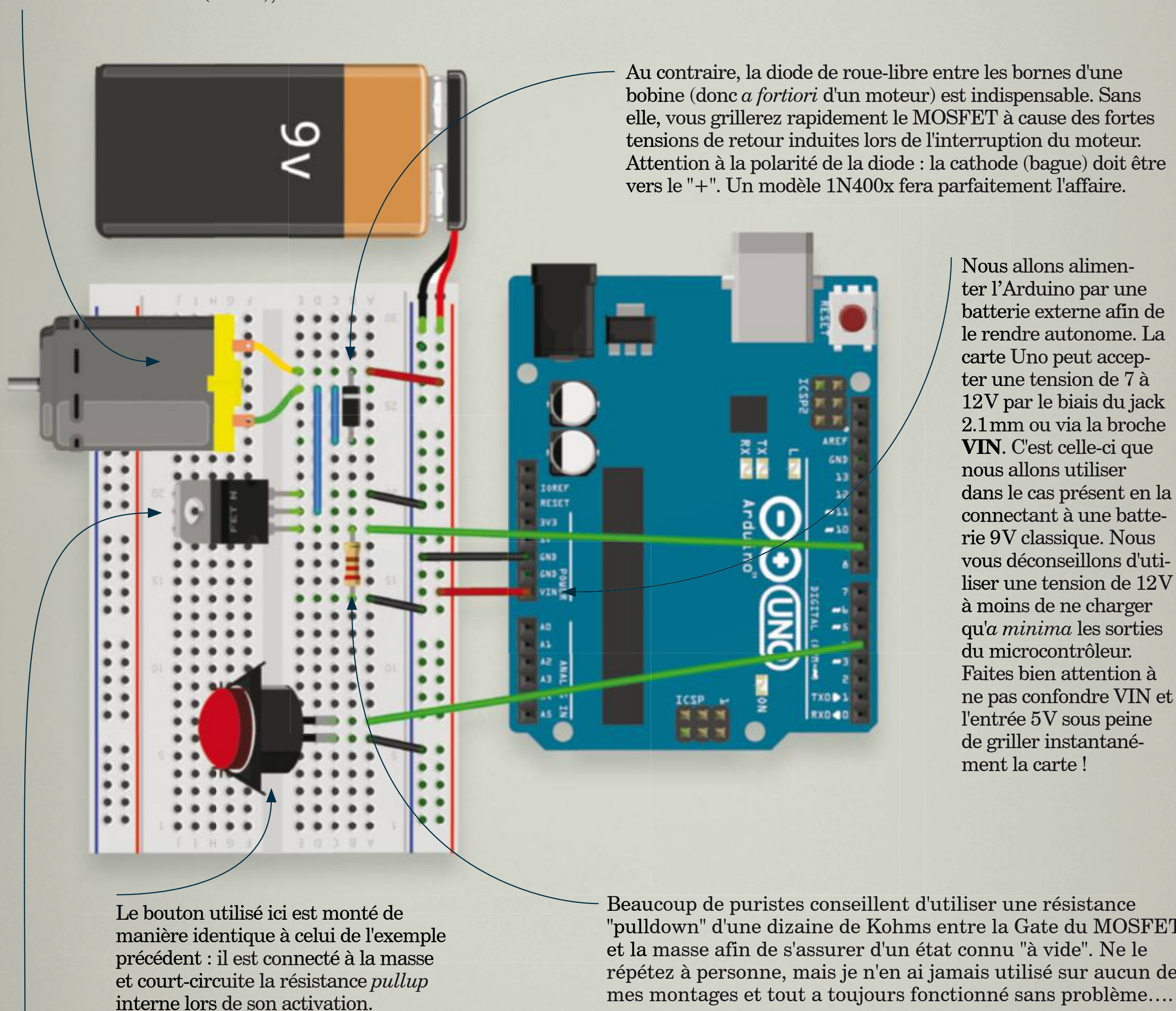
	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
$V_{(BR)DSS}$	Drain-to-Source Breakdown Voltage	100	—	—	V	V_{GS} = 0V, I_D = 250µA
$\Delta V_{(BR)DSS}/\Delta T_J$	Breakdown Voltage Temp. Coefficient	—	0.12	—	V/°C	Reference to 25°C, I_D = 1mA
$R_{DS(on)}$	Static Drain-to-Source On-Resistance	—	—	44	mΩ	V_{GS} = 10V, I_D = 16A ④
$V_{GS(th)}$	Gate Threshold Voltage	2.0	—	4.0	V	V_{DS} = V_{GS}, I_D = 250µA
g_{fs}	Forward Transconductance	21	—	—	S	V_{DS} = 50V, I_D = 16A④

Source-Drain Ratings and Characteristics

	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
I_S	Continuous Source Current (Body Diode)	—	—	33	A	MOSFET symbol showing the integral reverse p-n junction diode.
I_{SM}	Pulsed Source Current (Body Diode)①	—	—	110	A	
V_{SD}	Diode Forward Voltage	—	—	1.2	V	T_J = 25°C, I_S = 16A, V_{GS} = 0V ④
t_{rr}	Reverse Recovery Time	—	115	170	ns	T_J = 25°C, I_F = 16A
Q_{rr}	Reverse Recovery Charge	—	505	760	nC	di/dt = 100A/µs ④

Hardware

On trouve ici la charge à commander. Pour cet exemple, nous avons utilisé un petit moteur classique mais nous aurions également pu connecter une rangée de LED ou une LED de forte puissante ou bien encore un ventilateur. L'une des broches de la charge est à relier à sa tension d'alimentation (ici 9V), l'autre à la masse via la broche Drain du MOSFET qui fait office d'interrupteur. Il est possible de faire varier l'intensité d'une LED ou la vitesse de rotation d'un moteur classique en PWM. Mais attention : ne tentez pas d'utiliser du PWM sur un moteur type *brushless* comme les ventilateurs de PC ! Leur fonctionnement interne ne le supporte pas. Mais si vous souhaitez tout de même commander la vitesse de rotation d'un ventilateur, procurez-vous un modèle "4-pin PWM" et commandez la broche "PWM" à l'aide d'un petit MOSFET. Les broches "+" et "-" du ventilateur sont alors à connecter directement à la tension d'alimentation.



Au contraire, la diode de roue-libre entre les bornes d'une bobine (donc *a fortiori* d'un moteur) est indispensable. Sans elle, vous grillerez rapidement le MOSFET à cause des fortes tensions de retour induites lors de l'interruption du moteur. Attention à la polarité de la diode : la cathode (bague) doit être vers le "+". Un modèle 1N400x fera parfaitement l'affaire.

Nous allons alimenter l'Arduino par une batterie externe afin de le rendre autonome. La carte Uno peut accepter une tension de 7 à 12V par le biais du jack 2.1mm ou via la broche **VIN**. C'est celle-ci que nous allons utiliser dans le cas présent en la connectant à une batterie 9V classique. Nous vous déconseillons d'utiliser une tension de 12V à moins de ne charger qu'*a minima* les sorties du microcontrôleur. Faites bien attention à ne pas confondre VIN et l'entrée 5V sous peine de griller instantanément la carte !

Le bouton utilisé ici est monté de manière identique à celui de l'exemple précédent : il est connecté à la masse et court-circuite la résistance *pullup* interne lors de son activation.

Beaucoup de puristes conseillent d'utiliser une résistance "pulldown" d'une dizaine de Kohms entre la Gate du MOSFET et la masse afin de s'assurer d'un état connu "à vide". Ne le répétez à personne, mais je n'en ai jamais utilisé sur aucun de mes montages et tout a toujours fonctionné sans problème....

Pour commander une forte charge, il faut utiliser un transistor. Seulement voilà : le bon vieux transistor bipolaire à papa est désormais dépassé. Lorsqu'il s'agit d'utiliser un régime de commutation (interrupteur commandé), un MOSFET sera bien plus efficace et plus simple à mettre en œuvre dans la plupart des cas. Il existe deux types de MOSFET – N et P – qui se différencient par leur polarité. Il existe une pléthore de modèles différents sur le marché. Nous utiliserons ici un MOSFET de type N et plus précisément un IRF540, très courant et peu cher. Il peut commander une charge de plusieurs dizaines d'ampères avec une tension maximale de 100V entre sa broche **Drain** (à connecter à la charge) et sa broche **Source** (à relier à la masse). La commutation est commandée par une tension comprise entre 4V et 20V sur la broche **Gate**. Les 5V d'une sortie de l'Arduino feront donc parfaitement l'affaire. La vitesse de commutation d'un MOSFET est extrêmement rapide, ce qui permet de le faire fonctionner en PWM pour faire varier la vitesse de rotation d'un moteur par exemple.

Entrées analogiques

Acquisition de tension et température

Il existe d'innombrables types de capteurs différents. Les plus simples délivrent une tension qu'il est possible de lire grâce aux entrées analogiques des micro-contrôleurs. L'Arduino Uno dispose ainsi de six d'entre elles et d'un convertisseur analogique/numérique (ADC) d'une précision de 10 bits. Dans cet exemple, nous allons vous montrer comment lire une tension quelconque et comment utiliser un capteur de température. Il devient alors possible de commander un ventilateur, un moteur ou tout autre appareil en fonction de la température.

Software

sketch_exemple3 | Arduino 1.0.5

File Edit Sketch Tools Help

sketch_exemple3 §

```
/*
  CPC Hardware N°21 - Initiation à l'electronique
  Exemple 3 - Entrées analogique
*/

int PinTension = A0;
int PinTempSensor = A4;
float ratiodiviseur = 2.43;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Connection OK");
  pinMode(PinTension, INPUT);
  pinMode(PinTempSensor, INPUT);

}

void loop()
{
  int lecture_adc;
  float temperature, tension;

  lecture_adc = analogRead(PinTension);
  tension = (lecture_adc*5/1024.0)*ratiodiviseur;
  Serial.print(tension);
  Serial.println(" volts");

  lecture_adc = analogRead(PinTempSensor);
  temperature = ((lecture_adc*5/1024.0)-0.50)/0.01;
  Serial.print(temperature);
  Serial.println(" degres");

  delay(500);
}
```

La définition des variables sort des règles habituelles puisque le nom des entrées analogiques n'est pas un chiffre mais une chaîne : de A0 à A5. Il s'agit en fait d'un alias interne, ce qui permet de les utiliser dans un *int*. Nous définissons également le ratio du diviseur de tension dans un type ***float*** qui peut accueillir un nombre à virgule.

Le *setup()* comporte, en plus de la définition des broches analogiques en sortie sans pullup ("INPUT"), l'initialisation de l'interface série virtuelle avec la commande ***Serial.begin()***. Le chiffre passé en paramètre indique la vitesse de communication en baud. Nous utilisons 9600 ici mais il est possible de monter à 115 200… et plus ! Pour vérifier le fonctionnement de l'interface, nous envoyons une chaîne "*Connection OK*" à l'interface série via la commande ***Serial.println()***. Celle-ci est identique à la commande ***Serial.print()*** mais envoie également un retour à la ligne automatique.

Nous définissons ici quelques variables supplémentaires. Contrairement à celles définies en début de programme, elles sont temporaires. Nous utilisons *lecture_adc* (int) pour stocker la valeur brute (de 0 à 1024) du convertisseur analogique/numérique et deux *float* pour la température et la tension réelle.

Pour lire la tension de la batterie 9V, on commence par récupérer la valeur brute de la broche A0 par le biais de la fonction ***analogRead()***. Une fois celle-ci récupérée, il faut la multiplier par la tension de référence (5V) et la diviser par le nombre de "pas" du convertisseur ADC (10 bits donc 1024 pas). On obtient alors la tension réelle au niveau de la broche A0. Il ne reste plus qu'à la multiplier par le ratio du diviseur pour retrouver la tension d'origine en amont de celui-ci. Une petite subtilité à prendre en compte : comme la variable qui sert au calcul est de type *float*, il convient de toujours mettre une virgule sur les nombres fixes utilisés : "1024.0" et non "1024". La valeur est ensuite envoyée à l'interface série via une commande Serial.print().

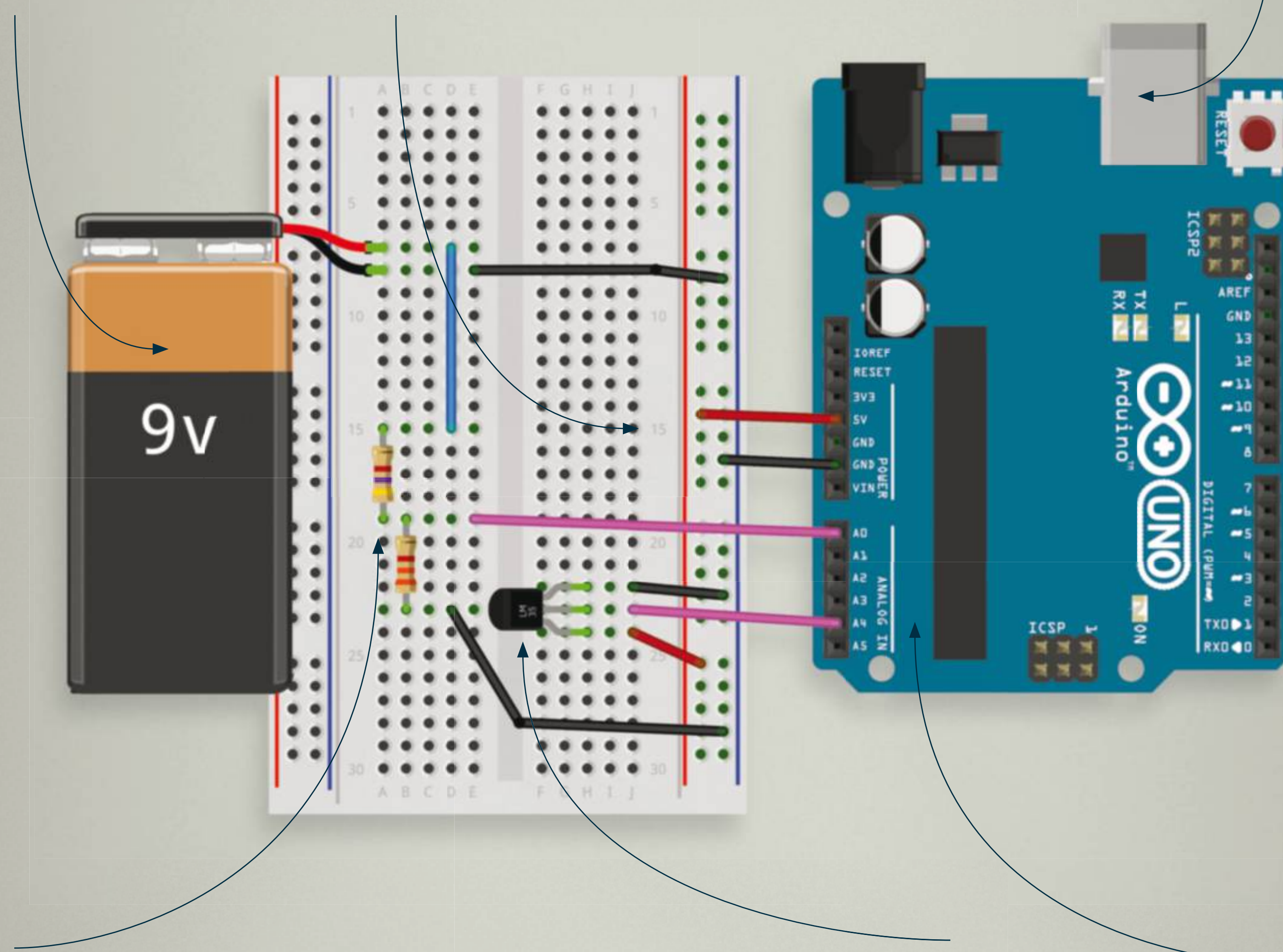
Pour la température, on garde le même principe mais le calcul est un peu différent. Le datasheet du MCP9700 nous indique d'abord qu'à 0 degré Celsius, la sortie est à 500 mV (0.5 V). Il convient donc de retrancher cette valeur après la première conversion. Ensuite, le même datasheet nous dit que la tension retournée est proportionnelle à la température à raison de 10 mV (0.01 V) par degré. C'est la raison de la division finale par 0.01. On obtient alors une valeur en degrés réels qu'il suffit d'envoyer à la sortie série. Une fois le programme envoyé à l'Arduino, il suffit de se rendre dans le menu "Tools" puis "Serial Monitor" pour obtenir les données renvoyées. Vous devriez alors voir s'afficher les informations de tension et de température renvoyées par la carte au rythme de 2x par seconde ("delay(500)").

Hardware

À titre d'exemple, nous utilisons une batterie 9V comme source de courant mais nous pourrions utiliser n'importe quelle autre tension. Le but est ici de montrer comment mesurer une tension supérieure à 5V. Prenez tout de même garde à ne pas dépasser 50V !

L'alimentation tout d'abord. À noter que pour simplifier le schéma, nous avons décidé de ne pas utiliser la pile (ou toute source de courant entre 7 et 12V) pour alimenter l'Arduino. Cela aurait bien sûr été tout à fait possible en respectant les règles précédemment décrites ; l'important est que l'Arduino partage une masse avec la source de "haute" tension à mesurer.

Lire une tension ou une température, c'est bien, mais encore faut-il pouvoir l'utiliser. Il serait bien sûr possible de créer facilement un thermostat en utilisant les sorties numériques et en commandant un ventilateur ou une résistance chauffante mais nous avons choisi de reporter cette tension/température au PC par l'intermédiaire du port USB. L'occasion de faire un essai sur la liaison série !



Le pont diviseur est la clé de voûte du dispositif. Il permet de diviser la tension pour la rendre compatible avec les limitations à 5V des entrées de l'Arduino. Il se compose de deux résistances en série qui relient la "haute" tension à mesurer à la masse. La tension divisée est disponible entre ces deux résistances. Le calcul d'un pont diviseur est simple : Vout = Vin * (R2 / (R1 + R2)). Dans notre exemple nous avons Vin = 9V ; il convient donc de diviser la tension au moins par 2. Nous avons utilisé une résistance R1 (en haut) de 4.7 Kohms et une résistance R2 (en bas) de 3.3 Kohms. Cela nous donne une résistance totale de 8 Kohms, soit un peu plus de 1 mA consommé sur la batterie. Le facteur de division est de 8/3.3 = ~2.42. Une tension de 9V sera donc abaissée à 3.71V. Tant que la valeur ne dépasse pas les 12V, aucun problème pour l'Arduino. Sinon, il suffit d'utiliser un ratio de division plus élevé.

Le capteur de température utilisé est un MCP9700A de Microchip. Il en existe bien d'autres comme le fameux LM35, mais celui-ci est fiable, peu coûteux, assez précis (2 °C) et dispose d'une large gamme de mesure (-40 / +150 °C). Il suffit de lui fournir une tension comprise entre 2.3 et 5.5V pour qu'il délivre une tension proportionnelle à la température sur sa sortie. Le ratio est de 10 mV/°C avec un 0° C à 500 mV.

Les entrées analogiques se situent sur la gauche, carte vue du dessus et connecteur USB en haut. On en trouve six sur une carte Uno et jusqu'à seize sur la déclinaison Mega. La précision est de 10 bits dans tous les cas. Comme pour les entrées numériques, il faut absolument veiller à ce que la tension appliquée sur ces entrées ne dépasse jamais 5V.

Calculatrices

La cellule souche de l'informatique

L'arrivée des calculateurs électroniques à la fin des années 60 a révolutionné le monde de la finance, de la recherche et de l'ingénierie avant de provoquer un bouleversement dans le système éducatif. Les machines à calculer sont également responsables du développement de toute l'informatique moderne ainsi que de grosses multinationales comme Intel, Hewlett-Packard ou Sharp. Et sans elles, le taux de réussite au bac ne serait probablement pas proche des 90 %...

-4700 Av. CPC | Boulier compteur

Mécanique

Vous espériez échapper au boulier-compteur dans cet historique ? Raté. Le boulier est un outil formidable dont l'origine remonte à la nuit des temps. Il est constitué d'un cadre en bois doté de tiges sur lesquelles coulissent des boules. Chacune d'elles correspond à un chiffre et les rangées symbolisent les puissances : kilo-boule, mégaboule, gigaboule et enfin téraboule. Le boulier est l'un des premiers outils créés par l'homme pour manipuler les nombres et il a été utilisé quotidiennement dans l'apprentissage du calcul jusqu'au début du siècle dernier. Malgré tout, si vous en trouvez un dans votre grenier, n'hésitez pas à le brûler.



1642 | Pascaline

Mécanique



Blaise Pascal est un peu le Léonard de Vinci français. Né en 1623 et mort avant 40 ans, il laisse de multiples contributions majeures dans des domaines aussi variés que les sciences physiques, la philosophie, les mathématiques ou la théologie. Pascal fut l'inventeur de la machine arithmétique – plus tard appelée Pascaline – qui permettait pour la première fois d'effectuer des additions et soustractions directes à l'aide d'une ingénieuse mécanique basée sur des roues dentées. Si la machine était parfaitement fonctionnelle, le travail d'orfèvre demandé pour sa fabrication la rendait hors de prix. Pascal chercha bien à l'améliorer pour en baisser le coût, mais un accident de carrosse en 1654 lui fit abandonner le monde de la science pour se consacrer au tout-puissant. Amen.

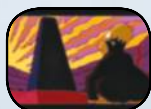
1851 | Arithmomètre

Mécanique



Il fut un temps où les Français étaient à la pointe de l'innovation scientifique. Deux cents ans après la Pascaline dont seul une poignée d'échantillons ont été produits, Thomas de Colmar commercialise l'arithmomètre, la première machine à calculer "de série". Celle-ci est largement inspirée des travaux de Blaise Pascal mais utilise un mécanisme adapté aux moyens de production de l'époque. Il est possible d'effectuer les quatre opérations de base avec un nombre limité de manipulations. Comptez par exemple une dizaine de déplacements pour multiplier deux nombres à trois chiffres. L'arithmomètre fut produit à plusieurs milliers d'exemplaires et cela jusqu'en 1915, près de cent ans après son invention (1820) !

- 4700 Av. CPC



Homer Simpson découvre le monolithe.

1610



Galilée met au point l'ancêtre des Google Glass : la lunette d'approche.

1948 | Calculatrice Curta

Mécanique

La première calculatrice mécanique "de poche" apparaît au sortir de la guerre. Elle est le fruit du travail de Kurt Hertzstark et ressemble étrangement à un moulin à poivre. La Curta est très compacte : 9 cm de haut, 6,5 cm de diamètre et à peine plus de 350 grammes. Elle permet de réaliser les quatre opérations de base à l'aide d'un jeu de curseurs et de la manivelle. Les nombres jusqu'à 15 chiffres sont supportés, ce qui ne sera possible avec les modèles électroniques qu'à partir des années 80. L'énorme avancée en termes de miniaturisation a été rendue possible grâce aux progrès de la micromécanique intervenus au début du XXe siècle. Fabriquée au Lichtenstein, la Curta a été vendue à plus de 100 000 exemplaires jusqu'en 1970.



1957 | Casio 14-A

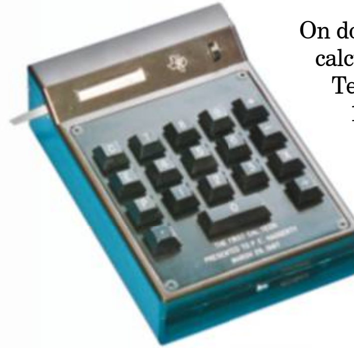
Électromécanique



Dans les années 50, le Japon n'est pas encore le temple du high-tech comme aujourd'hui. Un certain Kashio Tadao aperçoit un jour une calculatrice motorisée dans une exposition et décide de se lancer dans le développement d'un modèle tout-électrique avec son frère. Après avoir testé de nombreux prototypes à base d'électroaimants, ils choisissent finalement d'utiliser des relais électriques et parviennent à finaliser leur machine. Pour la commercialiser, ils créent une société : CASIO. La 14-A sera donc le premier calculateur électrique compact à être commercialisé. Par "compact", on entend un poids plume (un peu moins de 150 kg), des dimensions rikiki (1 mètre x 78 cm x 45 cm) et à peine 350 relais. L'ensemble consomme 300 watts et peut réaliser les opérations de base avec une capacité de 14 chiffres.

1967 | TI "Cal Tech"

Électronique



On doit le premier prototype de calculatrice électronique portable à Texas Instruments. Celle-ci mesure 15 x 11 x 4,5 cm pour à peine plus d'un kilo, fonctionne sur piles et dispose d'une imprimante comme seul affichage. Elle est basée sur 4 circuits intégrés qui permettent d'effectuer les opérations arithmétiques de base. La genèse de la Cal Tech est intéressante d'un point de vue historique. TI cherchait alors une application concrète pour ses circuits intégrés dont les ventes étaient décevantes : les fabricants ne savaient pas vraiment comment les utiliser et la technologie n'était pas perçue comme éprouvée. TI eut alors l'idée de reproduire le même schéma utilisé dix ans plus tôt pour vaincre les réticences liées aux transistors électroniques. À l'époque, les ingénieurs maison avaient inventé la radio à transistor, ce qui avait rapidement convaincu tous les constructeurs d'abandonner les vieux tubes. Pour les circuits intégrés, la Cal Tech sera donc la "Killer App" qui fera basculer le marché. Un produit commercial sera finalement lancé en 1970 sous le nom *Pocketronic*.

1611



Galilée dit que la Terre n'est pas plate : on le met "out of the ring".

1879



Thomas Edison copie-colle Lindsay et crée l'ampoule.

1880

Les industriels créent l'obsolescence programmée des ampoules.

1971 | Busicom HANDY-LE

Mostek MK6010



Busicom inaugure en 1971 le premier calculateur de poche, le LE-120A, aussi appelé HANDY-LE. Ce petit boîtier concentre plusieurs avancées technologiques : un écran LED, une alimentation par quatre piles AA et surtout une puce unique, la Mostek MK6010. Cette dernière, fruit du travail d'anciens ingénieurs de chez Texas Instruments, permet au Japonais de présenter un design compact là où ses concurrents Sharp et Canon sont obligés d'employer jusqu'à quatre circuits distincts. Cette débauche d'ingéniosité aboutit à une calculatrice capable d'additions, de soustractions, de multiplications et de divisions sur des nombres de 12 chiffres. Les décimales sont également gérées par l'usage d'un interrupteur à trois positions : 0, 2, 4. C'est spartiate, cher, mais novateur pour l'époque.

1971 | Busicom 141-PF

Intel 4004

À la fin des années 60, le marché des calculateurs électroniques est en plein boom. Le japonais Busicom cherche alors à construire un modèle programmable de nouvelle génération. Pour cela, il s'adresse à une petite société américaine fondée en 1968 et qui ne produit que quelques puces mémoire : Intel. Deux ingénieurs créent alors le premier microprocesseur de l'histoire (le 4004) pour le compte du japonais qui l'intègre dans son modèle 141-PF. Flairant rapidement le potentiel du microprocesseur, contrairement à son client, Intel rachète les droits du 4004 dès 1971 et continue le développement de la lignée (8008, 8080, 8086…). De son côté, Busicom fera faillite trois ans plus tard. Nul doute toutefois que sans cette calculatrice, Intel ne serait pas ce qu'il est aujourd'hui.



1972 | Hewlett Packard HP-35
Mostek MK6020

HP est à l'origine d'innovations majeures dans le monde des calculatrices. En 1972, le fabricant propose la HP-35, le premier modèle portable scientifique de l'histoire. Basé sur une puce spécialisée de Mostek, il permet d'effectuer de nombreuses opérations complexes comme des calculs trigonométriques (sinus, cosinus, tangente), des logarithmes ou des racines carrées. Il dispose également d'une mémoire et affiche les nombres au format scientifique (10 chiffres de mantisse et 2 d'exposant) sur son afficheur à LED. La HP-35 se distingue également par l'utilisation de la notation polonaise inversée qu'on reconnaît à l'absence de touche "=" sur le clavier. Pour effectuer un calcul, on saisit d'abord les opérandes et ensuite les opérateurs. La HP-35 connaîtra un énorme succès commercial, avec plus de 300 000 exemplaires vendus les trois premières années.

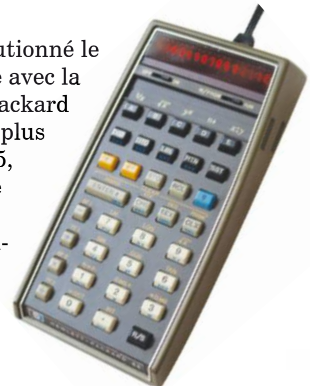


1973 | Sharp EL-805 LCD
Toshiba T32XX



La demande en calculette portable explose au début des années 70 et tous les industriels (Sanyo, Commodore, Brother, Minolta, Compucorp, HP, Casio…) se lancent dans une course à l'innovation. Poussé par des prix qui deviennent un peu plus abordables, le secteur connaît une véritable effervescence. C'est à ce moment que Sharp se démarque et présente au Japon la EL-805, une calculatrice quatre fonctions qui se distingue pour la première fois par son écran LCD de technologie COS (Crystal On Substrat). Cette innovation électronique ouvre la voie à une réduction spectaculaire de la taille et de la consommation électrique par rapport aux usuels afficheurs de l'époque (LED ou VFD - Vacuum Fluorescent Display). L'autonomie de la Sharp EL-805 atteint ainsi les 100 heures avec une simple pile AA, une vraie prouesse !

1974 | HP-65
HP APD1527



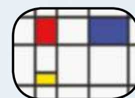
Après avoir révolutionné le calcul scientifique avec la HP-35, Hewlett-Packard récidive deux ans plus tard avec la HP-65, le premier modèle disposant d'une mémoire programmable à arriver sur le marché. Cette fonctionnalité, inédite à l'époque sur un modèle "de poche", coûte la bagatelle de 795 dollars. Ce tarif élevé se justifie toutefois aussi par la présence d'un lecteur de bande magnétique qui permet de charger jusqu'à 100 lignes de code en mémoire ! Des fonctions peuvent ainsi être ajoutées à la machine et plus de quarante cartes préprogrammées sont livrées dans la boîte de base. HP propose également à la vente d'autres jeux de cartes pour différentes matières scientifiques. La HP-65 sera très appréciée pour cette fonction. Elle connaîtra d'ailleurs la consécration en juillet 1975 en accompagnant les astronautes de la mission Apollo-Soyuz dans l'espace.



Âge d'or de l'opéra (et des vendeurs de verre).

XIXe siècle

1920



Mondrian invente le sudoku en couleur.

1975 | Time Computer Pulsar
Custom IC

Il fut un temps où les fabricants étaient persuadés que la calculatrice était tellement utile qu'elle devait être tout le temps disponible à proximité de l'utilisateur. Le premier à dégainer une montre-calculette fut une obscure société américaine appelée Time Computer Inc. avec son modèle Pulsar. Au menu, un énorme boîtier (3,6 x 4,3 x 1,5 cm) doté de minuscules touches, d'un stylet et d'un écran LED fort gourmand en énergie. Elle est alimentée par 4 piles bouton et peut évidemment afficher l'heure. Un système de veille s'active au bout de 20 secondes d'inactivité et éteint l'écran afin de ne pas vider les batteries trop rapidement. HP sortira deux ans plus tard un modèle similaire (HP-01) qui ne rencontrera pas plus de succès.



Sharp LI3001

1976 | Sharp EL-8026



L'arrivée des afficheurs LCD a permis une baisse drastique de la consommation électrique, au point que Sharp propose dès 1976 un modèle doté d'un module photovoltaïque permettant de recharger les batteries à l'énergie solaire ! Le capteur est placé sur le dos de l'appareil et ne permet pas de faire fonctionner la calculatrice ; il est uniquement destiné à recharger l'appareil. Sharp annonce une consommation ridicule, de l'ordre de 0.7 milliwatt (0.0007 watt). Outre les quatre opérations de base, la EL-8026 effectue également des racines carrées et des pourcentages. Son afficheur ne dispose toutefois que de 8 chiffres. Pour la petite histoire, le premier modèle fonctionnant entièrement à l'énergie solaire sera la *Photon* de Teal, en 1978.

TMC 0501

1977 | Texas Instruments Ti-59

L'évolution de la puissance et des fonctionnalités des calculatrices au cours des années 70 est prodigieuse. À peine six ans après le premier modèle de poche, Texas Instruments sort la TI-59, un modèle programmable très puissant qui permet d'utiliser des programmes très longs, de près de 1 000 lignes ! Plus impressionnant encore, comme la TI-59 disposait d'une mémoire volatile et qu'il n'était pas envisageable de devoir entrer à nouveau un programme si long à chaque extinction de la machine, elle était dotée d'un petit lecteur/enregistreur de cartes magnétiques miniatures (1.5 x 5 cm). L'utilisateur pouvait donc sauvegarder et restaurer rapidement des programmes complexes. Des modules externes permettaient également d'étendre la ROM avec des programmes prédéfinis supplémentaires. Malgré cela, son afficheur LED faisait déjà pâle figure face aux LCD.



NEC D896G3

1978 | Casio LC-78

Vingt ans après la création de Casio, les progrès réalisés sont considérables. Le fabricant japonais est par exemple le premier à lancer sur le marché une calculatrice au format "carte de crédit" : 9 x 5,5 x 0,5 cm. La LC-78 "Mini Card" est alimentée par deux piles bouton et utilise évidemment un afficheur LCD à 8 chiffres. Elle peut effectuer les quatre opérations de base et dispose même d'une mémoire utilisable avec les touches "M+", "M-" et "MR". Cerise sur le gâteau : non seulement son autonomie est démentielle – 1 000 heures ! – mais son prix est inférieur à 35 dollars, ce qui la rend très abordable. Six ans plus tôt, les premiers modèles "de poche" étaient 10 fois plus volumineux, 10 fois plus chers et leurs batteries se vidaient en quelques heures.



1942



Invention du cyanoacrylate, la colle qui fixe les gens au plafond.

1966



1re photo de la Terre vue de l'Espace : finalement, elle est plate (et ronde).

1989



Chute du mur de Berlin et des ventes de Trabant.

1979 | HP-41C

HP Nut

En 1979, Hewlett-Packard est devancé par Texas Instruments : la Ti-59 coûte bien moins cher que la HP-65 et s'avère bien plus puissante. Le constructeur de Palo Alto réagit avec le modèle 41C, une calculatrice à l'aspect sobre qui cache de nombreuses évolutions. Le premier changement d'importance est l'écran LCD capable d'afficher des caractères alphanumériques grâce à un système à 14 segments. L'avancée est notable puisqu'il devient désormais possible de visualiser les instructions d'un programme en clair. L'autre nouveauté remarquable est la présence de quatre slots d'extension au sommet du boîtier. Ils sont utilisés pour ajouter des ROM comme sur la Ti-59, de la mémoire vive ou même pour relier des périphériques externes. HP proposera par exemple un lecteur de codes-barres, une imprimante thermique, un lecteur de K7 et même une interface vidéo.



1981 | HP-12C

HP Voyager

Les scientifiques et ingénieurs ne sont pas les seuls à être friands de calculettes : les banquiers aiment aussi jongler avec les chiffres. Les fabricants ont donc rapidement sorti des modèles spécifiques. C'est HP qui dégaine le premier avec le modèle 12C qui deviendra très rapidement le standard de la profession. Outre les fonctions de base, elle dispose de capacités spécifiques comme le calcul des intérêts, d'amortissement d'un prêt, etc. La HP-12C a représenté une telle révolution qu'elle est toujours vendue aujourd'hui (60 euros), plus de trente ans après sa sortie ! Bien sûr, le hardware a connu quelques évolutions : c'est désormais un microprocesseur ARM qui émule les puces d'origine.



1983 | Elektronika MK-52HP

PoPoV 400



Au début des années 80, les Russes sont certes un peu en retrait dans le développement des calculettes électroniques, mais cela ne les empêche pas de sortir des modèles impressionnants comme la MK-52. Ce petit ordinateur scientifique de poche ne manque pas d'atouts puisqu'il sera utilisé lors de la mission Soyuz TM-7 durant laquelle il servit de calculateur secondaire. Ce produit de la technologie soviétique la plus avancée dispose d'une mémorisation de 105 lignes complétée par une EEPROM de 512 octets qui permet de conserver les programmes même à l'arrêt. Cette solution est plus intéressante que le mécanisme lent et énergivore des bandes magnétiques implémenté chez TI et HP. Par ailleurs, la MK-52 possède également, comme ses confrères de l'Ouest, un lecteur de ROM : une fonctionnalité idéale pour ajouter des logiciels supplémentaires.

1985 | FX-7000G

NEC D1007G



Il a fallu attendre 1985 pour que la première matrice LCD soit intégrée à une calculette. Casio inaugure cette évolution technologique avec la FX-7000G qui est le premier modèle à pouvoir tracer des courbes à partir de fonctions algébriques. Et l'avantage d'un tel écran ne se limite pas à cela puisqu'il offre également un confort sans commune mesure pour visualiser un programme. Grâce à la matrice de 96 x 64 pixels, il est possible d'afficher 8 lignes de 16 caractères alphanumériques ! Mis à part ses fonctions 2D, la FX-7000G se présente comme un modèle scientifique classique avec une capacité de programmation de 422 pas, ce qui reste modeste pour cette période. L'ensemble consomme 0,07 watt, ce qui permet une autonomie d'une centaine d'heures avec les 3 piles bouton CR2032 requises.

1987 | HP-28C

HP Saturn



Hewlett-Packard innove encore en 1987 avec la 28C et son double clavier constitué de 35 touches à gauche sur le couvercle et 37 à droite sous l'écran. L'ensemble de l'alphabet est désormais à portée de doigt, ce qui offre un avantage non négligeable lorsqu'il s'agit de taper un programme ou une équation complexe. Cette calculette est également la première à prendre en charge le calcul formel, c'est-à-dire l'utilisation de variables alphanumériques dans les équations. L'aspect graphique n'est pas délaissé avec un écran matriciel de seulement 4 lignes, mais qui supporte le tracé de courbes. Hélas, ce n'est pas le point fort de la machine : le CPU Saturn à 640 kHz peine à afficher une simple sinusoïde. Cette lacune sera rapidement corrigée avec la sortie d'une HP-28S qui verra son CPU cadencé à 1 MHz.



Didier Bourdon a beau être matinal, il a mal.

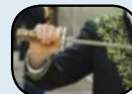
1991

1993

Premier site web (lancé par le Centre Européen pour la Recherche Nucléaire).

Valéry Giscard d'Estaing est élu (oh oh, à l'Académie française).

2003



1995 | TI-92

Motorola 68000 @ 10 MHz – Matrice LCD 240x128 – 1500 Fr

Au milieu des années 90, Texas Instruments jette un pavé dans la mare avec la TI-92 qui vient brouiller les lignes entre calculatrice et informatique. Dotée d'un processeur 68000 de Motorola qui équipait aussi les premiers Mac, elle se rapproche d'un mini-ordinateur avec son clavier QWERTY complet et son écran LCD de 240x128 pixels. Outre son indéniable aspect scientifique avec le support du calcul formel ou encore le tracé de courbe 3D, l'ensemble constitue aussi une authentique machine à écrire. Il était aisé de se procurer l'intégralité des cours de mathématiques ou de physique, un type de ~~triche~~ aide-mémoire souvent bien pratique pour les examens. La TI-92 disposait également d'une liaison série pour l'échange de programmes de calculette à calculette et même vers un PC. Ce lien fut abondamment exploité, comme le prouve la bibliothèque pléthorique de jeux et logiciels disponibles en ligne.



1995 | Casio CFX-9900 GC

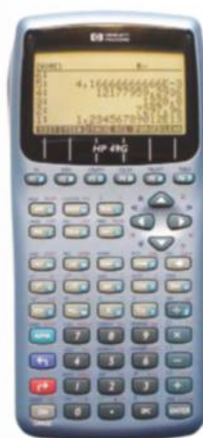
Inconnu

Après le coup de massue asséné par Texas Instruments avec la Ti-92, les innovations de Casio semblent bien modestes. Le fabricant comptait pourtant beaucoup sur la CFX-9900GC, "*la première calculatrice avec écran couleur au monde*", pour doper ses ventes. Malheureusement, en guise de "couleurs", l'utilisateur n'avait droit qu'à un bleu-noir, un orangeasse peu ragoutant et un vert délavé. Si la prouesse technologique demeurait intéressante, l'intérêt pratique s'avérait trop faible pour faire de la CFX-9900GC un succès commercial. À partir de ce moment, Casio perdra petit à petit la bataille face à Texas Instruments et ne parviendra jamais à rattraper son retard.



1999 | HP-49G

HP Yorke



À la fin des années 90, HP a perdu depuis longtemps la bataille en termes de volumes de ventes face à Casio et TI. Malgré tout, le constructeur ne jette pas l'éponge et propose la HP-49G, destinée à un marché de niche plutôt haut de gamme. Sur le papier, le hardware embarqué fait pâle figure, en particulier le CPU dérivé du Saturn de la HP-28C (1987), cadencé à moins de 4 MHz, et la résolution de l'affichage (131x64 px) nettement inférieure à celle d'une Ti-89. Toutefois, la capacité mémoire est généreuse avec 2 Mo de Flash (512 Ko de RAM) et l'OS maison, baptisé MetaKernel, se montre très performant et efficace. On retrouve le système RPN, la marque de fabrique de HP, le CAS (Computer Algebra System) nécessaire au calcul formel et l'éditeur d'équation qui s'avère fluide.

2003 | Casio ClassPad 300

RISC SH-3



Si l'arrivée de la "couleur" a vite été reléguée aux oubliettes par Casio, le fabricant tente une nouvelle innovation en 2003 qui, cette fois, sera plus judicieuse. La ClassPad 300 se distingue ainsi par son écran tactile qui permet une utilisation plus aisée de nombreuses fonctions. Casio mise sur l'utilisation du stylet qui permet à la fois de naviguer dans les menus et d'écrire via un clavier virtuel. Malheureusement, cela se fait au détriment du clavier physique qui devient rachitique : seulement 30 touches là où une Ti-89 en aligne 50. Autre problème de taille qui a contribué à l'échec commercial de ce modèle : la présence du stylet a provoqué l'interdiction de la ClassPad 300 dans de nombreux examens aux États-Unis. Une aubaine pour Texas Instruments…

2007



Commercialisation de l'iPhone, le smartphone aux 250 000 millions d'unités vendues.

2012



Kim Jong-un impose la pensée (et la coupe de cheveux) unique

2014



Sortie de Canard PC Hardware n° 21 : l'obsolescence programmée des ampoules serait un mythe…

2007 | TI-NSpire CAS

ARM926EJ-S

Treize ans après la sortie de la première TI-92, Texas Instruments tourne définitivement une page avec le lancement de sa nouvelle gamme NSpire. Les premières TI-NSpire se déclinent avec ou sans CAS (calcul formel) et la différence entre les deux est purement d'ordre logiciel. Le hardware des deux versions reste strictement identique : ARM9 32 bits, écran à 16 nuances de gris, 32 Mo de RAM (16 Mo accessibles) et 32 Mo de Flash (20 Mo disponibles). L'OS a été entièrement revu et même si la marque de l'ancienne génération est bien présente, de nombreux points ont été améliorés. L'ensemble s'inspire fortement du PC : Ctrl-C/Ctrl-V, gestion des fichiers, feuilles de calcul.



2010+ | Smartphone

ARM

Les ventes de calculatrices commencent à reculer pour la première fois au niveau mondial à partir de 2007. En 2010, l'effondrement se confirme : les smartphones remplacent de plus en plus les calculettes qui seront bientôt reléguées au rang d'antiquités d'un autre âge. Il faut dire que les performances de n'importe quel iPhone ou Galaxy S pulvérisent littéralement les derniers produits de Texas Instruments. Même le logiciel n'a plus grand-chose à leur envier tant les apps pour smartphone sont désormais évoluées. Seul point qui permet encore d'éviter aux calculatrices scientifiques de sombrer définitivement dans l'oubli : la conformité pour les examens.





Pour tester des CPU ou des GPU, il y a du monde. Par contre, lorsqu'il s'agit d'expliquer les tenants et les aboutissants de technologies mort-nées ou les bienfaits de l'urine de mammouth comme fluide caloporteur dans un système de watercooling, ah, là ma bonne dame, il n'y a plus personne. Eh bien si ! Il y a les Pages du Doc'. Pleines d'élucubrations verbeuses, de digressions prolixes, d'anecdotes futiles et autres coups de gueule plus ou moins intéressants sur des sujets passionnants ou, plus souvent, sans aucun intérêt...

Quoi de neuf Docteur ?

> Anniversaire

NexGen Nx586 a 20 ans

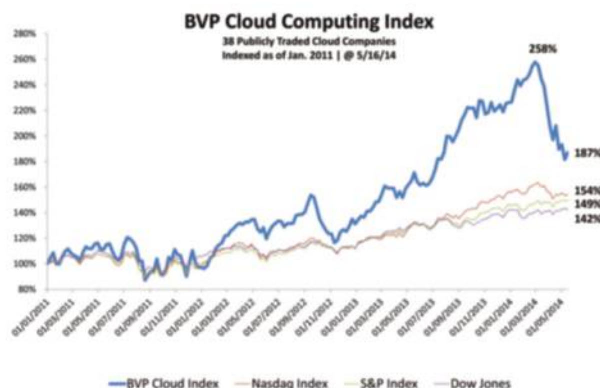
Je dois vous avouer mon plus grand vice caché : je collectionne les prototypes de CPU. J'en possède plusieurs centaines et la nuit venue, il m'arrive de les monter sur d'antiques cartes mères pour y installer Windows XP (voire 2000 dans le pire des cas) et faire des validations de CPU-Z. J'ai honte mais c'est plus fort que moi. Tout récemment, j'ai mis la main sur un processeur Nx586 de la société NexGen datant de la mi-1994. À cette époque, il existait de nombreux clones des puces x86 d'Intel : AMD, Cyrix, IDT, etc. Le Nx586 était alors le tout premier processeur à concurrencer le Pentium lancé en 1993. Son architecture interne était très différente de celle des autres puces. D'un point de vue hardware, il s'agissait d'une puce conçue pour exécuter du code 386 nativement. Les instructions CISC x86 jusqu'à celles du 386 étaient donc décodées en hardware pour être exécutées sous forme de μop (micro-instructions RISC propriétaires) comme sur les processeurs modernes. NexGen eut toutefois l'idée dès la conception de déporter les instructions plus complexes non pas dans le microcode interne comme chez Intel ou AMD mais directement dans le BIOS. Elles devenaient alors très lentes à exécuter, mais comme elles n'étaient que très peu utilisées, les performances n'étaient pas réellement impactées dans la plupart des cas. Et surtout, cette astuce permettait d'ajouter des instructions avec une simple mise à jour du BIOS, de quoi rendre facilement le CPU 386 compatible avec les instructions 486 et Pentium ! C'est ainsi que le Nx586 est né. Malheureusement, il exigeait une carte mère propriétaire à cause d'une gestion exotique du cache L2 (qui était géré en direct et non intercaléentre la RAM et le CPU), ce qui plomba les ventes. Dès 1995, NexGen se mit à travailler sur un Nx686 cette fois compatible avec le socket 7 d'Intel. Peu avant le lancement, AMD, qui restait embourbé avec le médiocre K5, sauta sur l'occasion, racheta NexGen et renomma le CPU en "K6". Une puce qui rencontra un énorme succès par la suite.



> Maxi Best Of Bullshit

Cloud Crash

Novembre 2013, 21 h 35, TF1, *MasterChef*. "*Qui va aller en test sous pression pour avoir lamentablement foiré sa choucroute au cacao ? Attention ! Le chef Anton fait les gros yeux et s'apprête à annoncer le nom de l'infortuné qui pourrait quitter l'aventure… C'est…. C'est… après la pub !*" Gnéééé !! Premier spot, c'est Roger qui délivre le message. Roger travaille sur un "*concept de planète plus intelligente*". Tout en sautillant joyeusement avec ses collègues sur un air de Coldplay, il annonce plein de fierté : "*Je travaille dans le Cloud, je suis un IBMeur.*" Facepalm. Certes, c'est affligeant mais il faut malgré tout le reconnaître : le Cloud reste l'une des plus belles réussites marketing de ces dernières années. Remettre au goût du jour la bonne vieille architecture client/serveur qui existait depuis trente ans et en faire un concept hype, c'est remarquable. Vraiment. Au final, même les fabricants de NAS s'y sont mis ; d'ailleurs on ne parle plus de NAS mais de "Cloud personnel". Non franchement bravo, c'était un beau coup. Malheureusement, la fête semble finie : après 18 mois d'euphorie, de plus en plus d'entreprises refusent de payer le double du prix pour le même serveur délocalisé qu'avant, sous prétexte qu'il a un nom tendance. Le marché du Cloud est en train de s'effondrer, en particulier à cause des offres low cost d'Amazon qui cassent le marché. Selon l'index BVP Cloud, les actions des principales sociétés spécialisées dans le Cloud ont perdu plus de 25 % de leur valeur sur les cinq premiers mois de l'année et les profits sont en chute libre. Allez les gars, je vous offre une nouvelle idée de concept : le Big Data WareHousing Intelligence. Oui, c'est une base de données…

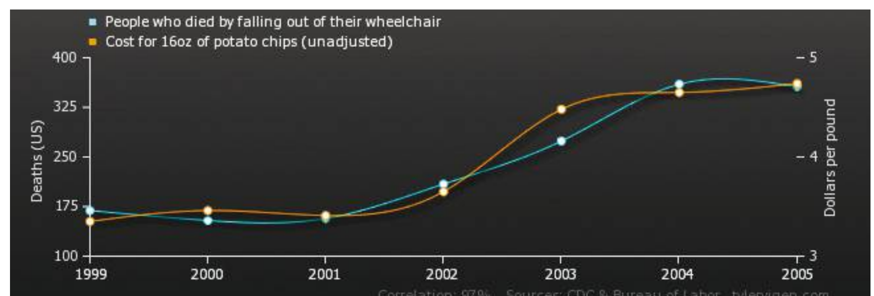


> Hystérie collective

Ondemar m'a tuer



"Ayum Aryarathram guérit le cancer du cerveau lié aux téléphones mobiles et les maux des ondes sans les mains. Résultats garantis."



Statistiquement, il existe une corrélation à 97,2 % entre le prix d'un paquet de chips et le nombre de gens morts en tombant de leur chaise roulante. Je vous laisse en déduire la conclusion...

Ce n'est un secret pour personne : les titres-chocs bien anxiogènes, ça fait vendre. "*Téléphone portable et cancer du cerveau : le risque confirmé*" pour *Le Figaro*, "*Portable à haute dose : le danger se confirme*" pour *Le Parisien*, "*Cancer du cerveau : une nouvelle étude fait le lien avec le portable*" chez BFM TV. La cause de tout ce ramdam médiatique paru à la mi-mai dernière ? Une étude de l'Institut de santé publique, d'épidémiologie et de développement (ISPED) situé à Bordeaux publiée dans une revue scientifique sérieuse : "*Occupational and Environmental Medecine*". Que dit cette étude ? Que sur une petite cohorte d'individus issus de 4 départements français, un lien statistique fait apparaître une corrélation entre certains types de tumeurs et l'utilisation du portable à forte dose (1/2 heure par jour). Cette étude épidémiologique est probablement très sérieuse et n'a probablement pas été influencée par tel ou tel lobby. Mais voilà : tout d'abord, comme dans la plupart des cas, il s'agit d'un lien statistique à 95 % de confiance. En clair, il demeure 5 % de chance que le résultat soit une pure coïncidence. Or, il existe des centaines d'études de la sorte qui ne démontrent aucun effet. Une sur vingt montre donc statistiquement un faux positif ou un faux négatif à 95 % de confiance. Mais évidemment, une étude qui ne montre rien ne fait pas une "une" rassurante dans les journaux.

Ensuite, l'étude porte sur un petit nombre de patients cancéreux (250 gliomes et 150 méningiomes, traités séparément) auxquels on a demandé *a posteriori* de remplir un questionnaire sur l'usage du mobile. Celle-ci n'a donc pas été mesurée de manière fiable, uniquement estimée. Les auteurs de l'étude en sont bien conscients puisqu'ils parlent eux-mêmes d'un potentiel biais de causalité inversée : les patients chercheraient inconsciemment une cause à leur maladie et exagéreraient celles qu'ils jugent probables. Mais ce n'est pas tout : lors de l'analyse des résultats, il s'est avéré qu'en globalité, aucun risque statistique n'était mis en évidence. Celui-ci n'apparaît en fait que si l'on sépare les 20 % de patients (90 personnes) qui ont les usages les plus importants. Corrélation directe : pour rétablir la moyenne globale, cela démontrerait également qu'utiliser un portable à faible dose… protégerait du cancer ! D'autres résultats obtenus laissent également perplexes. Par exemple, l'étude montre que le risque serait plus grand de développer un cancer du côté opposé du cerveau par rapport à l'endroit où est tenu le téléphone…

Bref, si l'étude semble bien avoir été menée de manière rigoureuse, ses conclusions restent impossibles à interpréter. Comme bon nombre d'études épidémiologiques, les biais statistiques potentiels sont nombreux. À l'ISPED, on ne comprend pas. Le professeur Roger Salamon, interrogé par le journal *Sud Ouest*, insiste sur le sérieux de l'étude mais déclare : "*On est totalement dépassés par le message alarmiste diffusé dans les médias. Au fond, que nous apprend cette étude ? Il n'y a pas de lien établi entre l'apparition d'une tumeur au cerveau et l'utilisation du portable. (…) En revanche, on trouve une relation statistique dans le cas d'un gliome face à de gros utilisateurs du téléphone. (…) On remarque un lien de cause à effet, certes, et en tant que scientifique on a le devoir de publier. Or, nous voilà face à un débordement, une panique qui ne correspond pas à l'état de nos recherches. Les lanceurs d'alerte que sont les associations anti-ondes, type Robin des Toits ou PRIARTéM, s'emparent de cette étude pour en faire une caricature. Il faut raison garder, on ne va pas attraper une tumeur en utilisant son téléphone portable.*" Pour relativiser, le Pr Salamon indique que l'étude en question (qui portait sur 250 cas de gliomes) parle de probabilité qui oscille dans le pire des cas dans un intervalle compris entre 5 pour 100 000 et 10 pour 100 000.

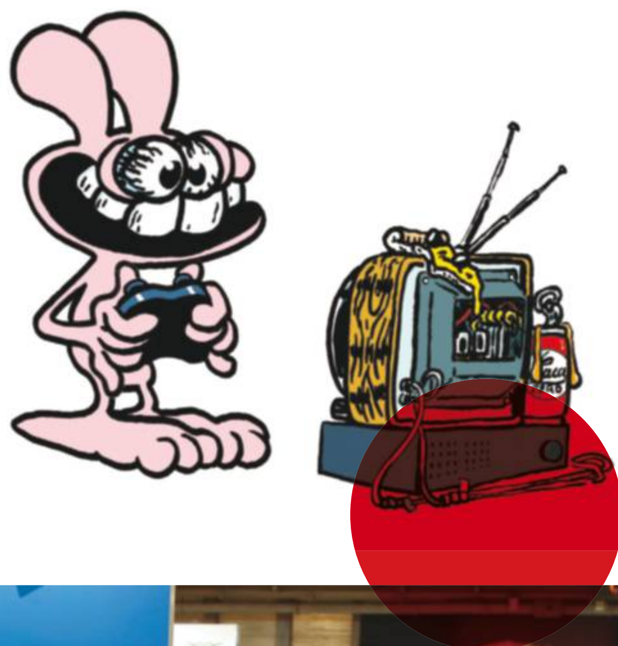
La phobie des ondes ne semble d'ailleurs pas près de s'apaiser, en particulier si les pouvoirs publics se mettent à entretenir le climat anxiogène avec des décisions sans fondement scientifique. Ainsi, pour la première fois en avril dernier, le conseil général de l'Essonne a accordé à un patient "hyper-électrosensible" des aides publiques pour qu'il puisse acheter du matériel "de protection", alors même que le statut de maladie professionnelle lui avait été refusé. L'Académie de médecine est sortie de ses gongs en publiant un communiqué assassin. Extrait : "*L'Académie de médecine s'interroge sur la pertinence de cette décision (...) et déplore que le battage médiatique mené autour d'une décision administrative isolée, scientifiquement infondée et médicalement contre-productive, n'accentue encore les troubles de ces personnes et ne suscite la survenue d'autres cas. (…) L'Académie estime qu'un pas de trop a été franchi dans le déni scientifique et l'erreur médicale, et qu'il est urgent de protéger les consommateurs, en particulier en matière de santé, contre l'expansion incontrôlée de thérapies douteuses.*"

> Console Next-Gen

CPC Box

Le retour de la vengeance

À la fin de l'année dernière, déçus des performances de la Xbox One et de la PlayStation 4, nous avions tenté de créer NOTRE console Next-Gen. Objectif affiché : faire plus petit, plus puissant et sans consommer plus d'énergie. Le premier prototype tenait avec du chewing-gum, mais fonctionnait plutôt bien. Après quelques mois, nous avons tenté de produire un nouveau prototype, cette fois beaucoup mieux finalisé. Le résultat ? La CPC Box !





Lorsque les consoles de nouvelle génération de Sony et Microsoft ont débarqué en novembre dernier, elles n'ont pas vraiment fait l'unanimité à la rédaction. La bibliothèque de jeux disponible était très limitée et surtout, côté technique, il n'y avait pas quoi s'enthousiasmer. La PS4 et la Xbox One sont largement similaires d'un point de vue technique : il s'agit dans les deux cas de PC repackagés basés sur un APU "Jaguar" d'AMD. La console de Microsoft se distingue également par sa taille très imposante (> 7 litres) et celle de Sony par le bruit qu'elle produit. Pas vraiment de quoi justifier plus d'un milliard de dollars de dépense en R&D. Nous avons donc voulu tester par nous-mêmes si un détail technique inconnu justifiait ce manque d'ambition flagrant. Nous avons donc utilisé une carte mère NUC d'Intel basée sur un CPU Ivy Bridge – nous sommes en 2013 – et une carte graphique compacte comme la GTX 670 Mini d'Asus. Évidemment, il a fallu bidouiller et souder tout cela à la sauvage pour parvenir à connecter les deux, le NUC ne disposant pas de port PCI Express standard vu sa taille. Pour être certains de ne pas dépasser la consommation électrique d'une console, nous avons utilisé un chargeur de Xbox 360 original. Cette première PlayBox était donc constituée de deux boîtiers (le NUC et la carte graphique externe) reliés par un câble… et tout fonctionnait !

CPC Box - Console PC Box.

L'annonce des SteamBox devait normalement porter un coup d'arrêt à notre aventure. Mais là aussi, les choix effectués par Valve nous ont déconcertés : au lieu d'une vraie console, la plupart des SteamBox ne sont au final que des mini-PC hétéroclites, volumineux et très chers ! Nous avons alors eu l'idée d'améliorer à la



La CPC Box #2 est équipée d'un écran OLED et d'un port USB 3.0 en façade. Après mûre réflexion, nous avons décidé de ne pas lui adjoindre un lecteur optique.

L'électronique interne est basée sur un PCB dédié et un Arduino Micro modifié. Elle intègre une gestion de puissance, un contrôleur d'horloge et diverses interfaces.

va-vite la Play Box pour qu'elle ressemble à un produit final. Après deux mois de développement et environ 1 500 € de budget, le premier prototype de CPC Box était prêt ! À l'intérieur, une carte mère de NUC basée sur un CPU Haswell connecté via un dispositif propriétaire à une GTX 760 Mini d'Asus. Le lien est en PCIe 3.0 1x, ce qui offre une bande passante suffisante pour la plupart des jeux ; nous n'en avons trouvé aucun qui soit réellement limité en pratique par ce lien. Pour rappel, le tout premier prototype utilisait une unique ligne PCIe 2.0 1x, soit une bande passante 2x moindre, et ne posait pas non plus réellement de problèmes à part une limitation du framerate aux alentours de 80 fps. Nous avons longuement disserté sur la nécessité de mettre une unité de lecteur optique, pour finalement l'abandonner. La place interne est disponible, mais un lecteur Blu-ray Slot-In coûte encore au moins 80 € et n'a plus vraiment d'intérêt aujourd'hui. Par contre, nous avons intégré un afficheur OLED très lumineux en façade qui donne l'heure en veille et diverses informations une fois la console démarrée ! L'ensemble de la gestion interne est effectué par un circuit imprimé développé pour l'occasion. Le boîtier est en aluminium et mesure 30 x 20 x 5,5 cm, soit un volume total de 3 300 dm^3 (3,3 litres), inférieur de 25 % à une PS4 et de 50 % à une Xbox One ! Sa puissance graphique se situe en revanche largement au-dessus de ces deux consoles : respectivement +25 % et +80 % ! De quoi jouer à tous les jeux à la mode sans souci. Les longues séances de *Far Cry 3* en 1080p avec un très haut niveau de détail réalisées lors de la présentation du prototype au salon Geekopolis (fin mai) n'ont pas montré de défaut de fluidité.

Tuning. Mieux encore : malgré deux jours quasi ininterrompus de jeu, la CPC Box n'a pas donné de signe de faiblesse et n'a pas planté une seule fois ; preuve que la dissipation thermique semble correctement gérée. Malgré tout, le prototype pourrait encore être largement amélioré. Tout d'abord, la plaque en alu du haut aurait dû être percée et dotée d'une grille pour encore limiter la montée en température ; quelques tests rapides ont montré qu'il était possible de gagner 10 °C de cette façon (mesurés en interne à proximité de la carte graphique, soit de 60 °C à 50 °C). Ensuite, l'énorme connecteur Neutrik de développement qui alimente la console n'a plus aucune justification technique. Il a été conservé par simple fainéantise de sertir une nouvelle fiche plus petite. La perte est pourtant conséquente : 5 cm en largeur pourraient être gagnés, ce qui permettrait





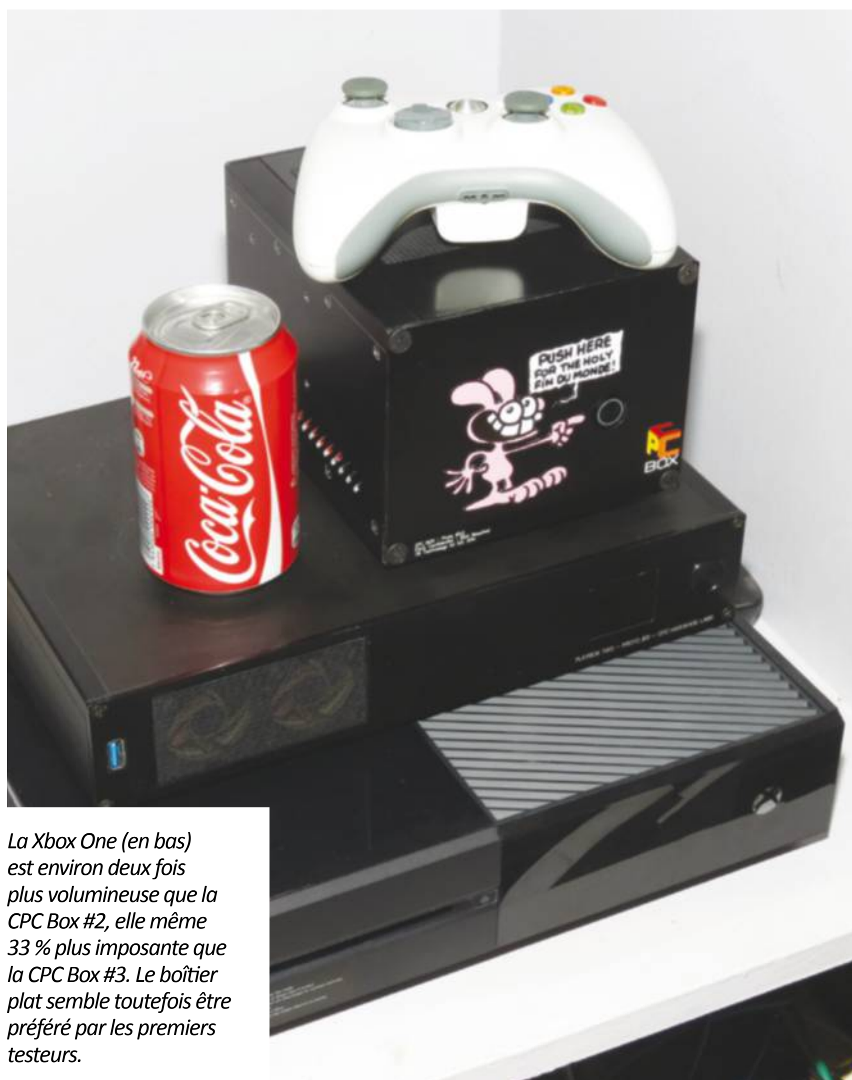
CPC BOX

de passer largement sous la barre des 3 litres en volume. Dans la même veine, un transistor oublié sur le circuit imprimé provoque l'alimentation du ventilateur de la carte graphique même en veille. On blâmera ici Guy Moquette et sa *quintessence concentrée de liqueur de chouchen* – 25 ans d'âge. La CPC Box pourrait aussi facilement devenir modulaire en permettant le remplacement de la carte graphique.

De PC à console. Côté software, il y a également encore des choses à faire, car ce qui distingue aujourd'hui principalement un PC compact d'une véritable console, c'est le système d'exploitation. Nous avons évidemment testé Steam OS, mais l'état de délabrement de ce Linux à peine modifié nous laisse songeurs quant à son avenir en tant que plateforme de jeu à part entière. L'installation et la configuration sont fastidieuses à l'extrême, les bugs omniprésents et les limitations innombrables. Difficile de croire réellement en faire autre chose qu'une plateforme de streaming. Pour l'heure, l'OS de la CPC Box est constitué d'un Windows 8.1 camouflé et customisé. Les nombreuses options avancées des BIOS UEFI nous ont permis de le masquer presque entièrement, pour parvenir directement à un Steam lancé en Big Picture, l'objectif étant un contrôle total à la manette Xbox 360 (et bientôt Xbox One). Nous sommes également parvenus à intégrer à l'interface plusieurs émulateurs, en particulier Dolphin pour jouer aux jeux Wii. Un récepteur Bluetooth permet même d'utiliser la WiiMote originale ! Seul problème pour le moment : l'interfaçage avec les autres plateformes de jeux comme l'infâme Origin (Electronic Arts) ou l'insupportable Uplay (Ubisoft). Le passage de l'un à l'autre reste loin d'être fluide dans certains cas tant ils s'avèrent mal conçus.

Proto #3. Pour le challenge, nous présentions également au salon Geekopolis un autre prototype, cubique cette fois, encore plus petit (2,4 litres), mais basé sur une GeForce GTX 750 Ti. Nous avons utilisé pour l'occasion une version Low Profile de Galaxy/KFA² qui s'est très bien comportée. L'architecture Maxwell de Nvidia permet de faire des miracles en termes de consommation électrique, mais malheureusement, ses performances restent encore assez limitées pour profiter des jeux récents dans les meilleures conditions. De nombreux constructeurs comme Zotac ou Asus (GR8) ont d'ailleurs annoncé des modèles similaires au Computex, mais là aussi, on ne trouve rien de vraiment ambitieux : si des petits rigolos parviennent à faire la même chose en deux mois avec quelques centaines d'euros, on pouvait s'attendre à mieux de la part de grosses multinationales. Ce prototype de CPC Box utilise le même type d'interface que le premier, mais l'électronique de gestion a dû être largement revue (voir encadré page suivante). La dissipation est assurée en PWM par un ventilateur Noctua de 92 mm situé sur le dessus. Des évents d'aération ont été percés en bas pour assurer un flux d'air optimal. Avec ses 80 W maximum de consommation électrique, le prototype #3 de CPC Box se contente d'un modeste bloc secteur. Nous restons toutefois convaincus que la 750 Ti demeure trop limitée dans la plupart des cas. La GTX 760, presque deux fois plus puissante, représente le minimum pour se mesurer aux "vraies" consoles Next-Gen dont les jeux sont bien mieux optimisés que leurs déclinaisons PC.

KickStarter ? L'objectif que nous nous étions fixé – faire plus petit, plus puissant et sans consommer plus par rapport à une Xbox One / PS4 – est rempli. Sans conteste, Sony et Microsoft auraient pu faire bien mieux avec les moyens gigantesques dont ils disposent. Que va-t-il donc advenir des CPC Box maintenant ? Le modèle "Proto #3" cubique avec la 750 Ti n'a clairement pas d'avenir à cause de sa puissance graphique insuffisante. Sans compter que le format ne semble pas faire l'unanimité : la plupart des visiteurs du salon préféraient un boîtier plat, plus facile à caser même s'il est plus volumineux. L'avenir – si avenir il y a – viendra donc du prototype #2. La prochaine amélioration prévue utilisera un CPU Broadwell (14 nm) et une carte graphique à base de Maxwell plus puissante que la 750 Ti. Le lien entre les deux se fera en PCIe 3.0 4x. L'ensemble sera également modulaire et intégré dans un volume inférieur à 3 litres. Pour savoir si une éventuelle commercialisation pourrait avoir lieu, il faudra estimer le prix final. Pour l'heure, l'ensemble de l'électronique interne coûte aux alentours de 150 € et le boîtier 250 €. Ces tarifs extrêmement élevés s'expliquent évidemment par une production sur mesure à l'unité et en Europe. Par 1 000 et en Chine, il est possible de les diviser par 10. La CPC Box pourrait aussi être vendue sous la forme d'un boîtier "nu" prêt à monter pour environ 100 €. Un système de backplates pourrait permettre l'utilisation de diverses cartes. Évidemment, la probabilité la plus grande reste que la CPC Box finisse dans la vitrine des projets qui *auraient pu* nous faire gagner des millions…



La Xbox One (en bas) est environ deux fois plus volumineuse que la CPC Box #2, elle même 33 % plus imposante que la CPC Box #3. Le boîtier plat semble toutefois être préféré par les premiers testeurs.



Les affres du développement hardware
Nous pestons régulièrement contre les fabricants de matériel qui ne respectent pas les normes techniques en vigueur comme l'ATX ou le PCI Express. Lors du développement du prototype #3, nous avons pu constater par nous-mêmes les conséquences. L'étage de conversion de l'alimentation a été dessiné en se basant sur la norme PCI Express, soit 3 ampères maximum sur la ligne +3.3V du slot. Les premiers essais ont été catastrophiques : mise en sécurité aléatoire, plantage, freezes, etc. En réalité, les besoins de la GTX 750 Ti de Galaxy sortent largement de la norme, avec une consommation sur le +3.3V nettement supérieure à 3A. Il a donc fallu tout modifier pour prévoir bien plus large (8A en pic sur le convertisseur DC-DC !). Ensuite, plus de problème ! Impossible de dire si la faute revient à Galaxy ou à Nvidia, mais cela explique les innombrables tests de "qualification" que font tous les développeurs de hardware. Entre la théorie et la pratique, il y a un monde !

LA GRILLE DE MATRICE POIVRE D'ARVOR

Horizontalement

1. Base de processeurs… et de toute l'électronique moderne. **2.** Casque de réalité virtuelle. Mît du fil. **3.** Image de marque. Machine sur laquelle on peut compter. **4.** Forme de tchat. Personnage de Mario. Laboratoire de recherche sur le langage. Fichier d'archive. **5.** Lien périphérique-mémoire. Rendus plus sombres. Assembleur de composants. **6.** Possessif. Aides de jeu. Plus lent que le DMA. **7.** Handicapé familier. Transporteur international de colis. Mouches qui piquent. **8.** Contient un circuit dédié à l'optimisation matérielle. Généralement plein de frites et de viande grillée. **9.** Pronom. En petite quantité. Remet ensemble. **10.** Format audio. Application charismatique et fédératrice. **11.** Antitranspirant. Mécanisme qui ne va que de l'avant. Banque européenne d'investissement. **12.** Fleuve français. Dans le plus simple appareil. Nationalité doctéraboulienne. **13.** Sort ses fils de la gaine. Périphérique d'internaute. **14.** Fourbe. Réseau informatique sur circuit électrique. Torsadas. **15.** Prononcé en toutes lettres. Cri de génie. Comme un fil plein cuivre.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
1															
2							■		■						
3					■										
4			■					■				■			
5				■							■				
6				■								■			
7						■				■					
8									■		■				
9			■				■							■	
10		■				■									
11				■								■			
12						■				■					
13		■							■						■
14				■				■							
15						■							■		

Verticalement

I. Périphérique moderne de stockage. **II.** Vente en ligne. Interjection. Protocole de réseau. **III.** Tasse branchée. Circuit intégré dédié riche en fonctionnalités. Personnalisation du logo Google. **IV.** Encore plus petit qu'une île. Nombre de nains, de péchés, des ans de malheur, de jours par semaine, de couleurs de l'arc-en-ciel et… bon ok vous avez compris. Toujours négatif. **V.** Symbole du cuivre. Hasbeenitude ou décadence de produit électronique. **VI.** Revendeur de pièces auto en ligne. Bien attrapé. Relance le topic. **VII.** Vénérer. Livre absolument sans papier. **VIII.** Touche de clavier. Comme une entrée de l'Arduino. **IX.** Bruits de souris. Choisis par les urnes. Le chrome dans le tableau périodique. **X.** Amplitude d'enfoncement des touches du clavier. Passeur de drogue. Messire abrégé. **XI.** Jethro du rock progressif. Modèle d'Atari. Portable dédié à Internet. **XII.** Longue période de mots croisés. Se mettre en mouvement. Élément de Windows Media. **XIII.** PC compacts et performants. **XIV.** Réduit avec un mot humiliant. Petit bonhomme de Google Street View. **XV.** Technologie d'affichage PC en perte de vitesse. Appris.

La bible du hardware CANARD PC HARDWARE

Canard PC Hardware trimestriel, paraît tous les 3 mois Est édité par Presse-Non-Stop SAS au capital de 86 400 euros.
Immatriculée au RCS de Paris sous le n° 450 482 872.

Président : Jérôme Darnaudet

Associés :
Jérôme Darnaudet, Domisys, Gandi, Ivan Gaudé, Pascal Hendrickx, Olivier Peron et Michael Sarfati

RÉDACTION
14 rue Soleillet - BAL 62 - 75020 Paris
Tél : 01 43 49 42 27

Directeur de publication :
Jérôme Darnaudet

Directeur de la rédaction : Ivan Gaudé

Rédacteur en chef :
Samuel Demeulemeester

Ont participé à ce numéro :
Olivier Alirol, Antoine Collin, Samuel Demeulemeester, Sonia Jensen et Olivier Peron

Secrétaire de rédaction : Sonia Jensen

Logo : Didier Couly

Premier redacteur graphique :
Jean-Ludovic Vignon

Rédacteurs graphiques :
Thomas Rainfroy et Julien Foulon

PUBLICITÉ
Denis (denis@canardpc.com)
Tél : 01 43 49 42 27

Imprimé par : CPI Aubin Imprimeur

Diffusion : PRESSTALIS
Commission paritaire : 0615 T 90441

ISSN : N° 2264-4202

Numéro 21, prix unitaire : 5,90 €
Date de parution : 21 juin 2014

SOLUTIONS : Horizontalement 1. Semiconducteurs. **2.** Oculus. Ourlât. **3.** Logo. Calculette. **4.** IM. Toad. LRL. RAR. **5.** DMA. Brunis. Pâte. **6.** Ses. Soluces. PIO. **7.** Triso. EMS. Taons. **8.** Accéléré. Grec. **9.** Te. Peu. Réunit. **10.** DTS. Killer App. **11.** Déo. Cliquet. Béi. **12.** Rhône. Nus. Belge. **13.** Dénude. Modem. **14.** Vil. CPL. Croisas. **15.** Épelé. Eurêka. Nu. **Verticalement I.** Solid State Drive. **II.** E-commerce. Eh. IP. **III.** Mug. ASIC. Doodle. **IV.** Îlot. Sept. Ne. **V.** Cu. Obsolescence. **VI.** Oscaro. Eu. Up. **VII.** Aduler. Kindle. **VIII.** Del. Numérique. **IX.** Clics. Élus. Cr. **X.** Course. Mule. Mre. **XI.** Tull. ST. Netbook. **XII.** Ère. Agir. Édia. **XIII.** Ultraportables. XIV. Ratatine. Pegman. XV. Stéréoscopie. Su.